



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ENDODONTIA DE DENTES DECÍDUOS COM MTA – SOLUÇÃO
EM ODONTOPEDIATRIA?**

Trabalho submetido por

Rita Basto e Pereira Ramos

Para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Junho de 2014



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ENDODONTIA DE DENTES DECÍDUOS COM MTA – SOLUÇÃO EM ODONTOPEDIATRIA?

Trabalho submetido por

Rita Basto e Pereira Ramos

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

Prof.Doutora Irene Maria Ventura de Carvalho Ramos

Junho de 2014

Aos meus pais pelo amor, carinho, dedicação e compreensão.
Pelos valores que me transmitem e pela força e apoio que me dão.
Por serem as pessoas a quem devo tudo.

Agradecimentos

À minha orientadora, a Prof. Doutora Irene Ventura, que muito agradeço pela sua disponibilidade, prestabilidade e ajuda. Foi um enorme gosto tê-la conhecido e aprendido com a sua experiência.

A todos os professores do MIMD do ISCSEM que ao longo destes cinco anos, tanto nos ensinaram e transmitiram. À direção clínica pela disponibilidade e empenho que têm na formação dos seus alunos. Às funcionárias da farmácia que tanto nos ajudam e se dedicam a nós.

Ao meu amigo e companheiro de trabalho Pedro Barrento, por toda a força e amizade sincera. E aos meus restantes colegas de curso, pelo companheirismo e amizade, pelos bons momentos e recordações que levo destes cinco anos.

Aos meus pais, que tanto me apoiaram e incentivaram, sempre com muito amor, dedicação e carinho. Às minhas avós, que tanto gostam de mim e que tanto torceram pelo meu sucesso ao longo destes anos. E ao meu irmão, pelos bons momentos de diversão e gargalhadas que tantas vezes fizeram falta.

À Francisca Costa, que me criou e educou desde que nasci e me viu crescer e tornar na pessoa que sou.

Ao Hélio Ferreira, que acima de tudo tem sido um bom amigo, que tanta paciência tem tido comigo, que tanta força, motivação e conforto me tem dado.

Aos meus padrinhos de batismo, Cesaltina Silva e Fernando Mesquita Gabriel, que sempre fizeram por estar presentes e ajudar.

E às demais pessoas que directa ou indirectamente colaboraram de alguma forma no meu percurso académico até aqui.

A todos um sincero Obrigada.

Resumo

O Mineral Trioxide Aggregate (MTA) é um material relativamente recente, que surgiu em 1993 para tratamento de perfurações laterais em dentes definitivos.

Nos últimos anos tem-se preconizado a sua utilização como material obturador e restaurador/conservador em dentes decíduos.

O MTA tem sido aplicado para protecções pulpare directas, pulpotomias, apexificação e apexogénese, obturação endodôntica, reparação de reabsorções radiculares e perfurações.

Os objectivos são avaliar a utilização e aplicação do MTA como material obturador/ restaurador de dentes decíduos.

Comparando-o com outros materiais frequentemente utilizados, nomeadamente o hidróxido de cálcio, o MTA tem mostrado igualmente bons resultados uma vez que possui propriedades que o tornam particular, revelando-se a sua utilização vantajosa tanto em dentes decíduos como em dentes definitivos.

O MTA tem-se revelado um material de difícil aplicação e sendo um material recente, bastante dispendioso e de difícil armazenamento, raramente tem sido utilizado em dentes decíduos, estando desta forma ainda pouco estudado.

No entanto, graças às distintas e vantajosas propriedades, que lhe conferem uma enorme versatilidade, tem-se evidenciado como uma mais-valia, uma vez que se verifica um aumento da taxa de sucesso em casos com prognóstico reservado, devendo-se incentivar a sua utilização numa perspectiva de desenvolvimento futuro.

Palavras-chave: MTA, Odontopediatria, pulpotomia, endodontia de dentes decíduos

Abstract

The Mineral Trioxide Aggregate (MTA) is a relatively new material, which appeared in 1993 for treatment of lateral perforations in permanent teeth.

In the past few years there have been attempts to use the MTA as filling and restorer material in primary teeth.

In these teeth the application has been commonly for direct pulp protection, pulpotomy, apexification and apexogenesis, endodontic obturation, root resorption and repair of perforations.

The objective is to evaluate the application of MTA as filling and restorer material in deciduous teeth.

According to the comparison with other frequently used materials, as calcium hydroxide, MTA has also shown good results since it has properties that make him special, revealing its beneficial use in primary and permanent teeth.

MTA has proved difficult to apply and being a recent and rather expensive material, it has rarely been used in primary teeth, so it is barely studied.

However, thanks to the distinct and advantageous properties that gives it tremendous versatility, it has been shown to be an asset since there is a higher rate of success in cases with a poor prognosis. So the use of MTA should be encouraged as a perspective of future development.

Key-words: MTA, odontopediatrics, pulpotomy, endodontic treatment in decidual teeth

Índice Geral

I. INTRODUÇÃO	17
II. DESENVOLVIMENTO	34
a) Protecção Pulpar	36
1. Indirecta	36
2. Directa.....	40
b) Pulpotomia.....	49
c) Pulpectomia	60
d) Perfurações	62
III. CONCLUSÃO.....	66
IV. BIBLIOGRAFIA	67

Índice de Figuras

Figura 1 – Ilustração esquemática das várias aplicações do MTA.....	19
Figura 2 – Imagem ao microscópio eletrónico (x350) do Gray MTA	21
Figura 3 – Imagem ao microscópio eletrónico (x350) do White MTA.....	21
Figura 4 – Esquema com as diferentes preparações de MTA disponíveis no mercado	22
Figura 5 – Preparação do MTA.....	25
Figura 6 – Aplicador de MTA da marca comercial Cerkamed®	26
Figura 7 – Utilização do MTA como selamento apical em apicectomias	27
Figura 8 – Aplicação de MTA de forma a promover a apexificação	29
Figura 9 – Dente 21 com apéx aberto em que se promoveu a apexificação com MTA	30
Figura 10 – Reparação com MTA de uma perfuração como complicação de uma reabsorção interna.....	32
Figura 11 - Reparação com MTA de uma perfuração radicular lateral.....	33
Figura 12 - Protecção pulpar indirecta	37
Figura 13 - Protecção pulpar indirecta com MTA.....	39
Figura 14 –Protocolo da protecção pulpar directa com MTA.....	43
Figura 15 – Protecção pulpar directa com MTA num 46 imaturo	46
Figura 16 – Protocolo da pulpotomia com MTA	52
Figura 17 – Imagem histológica após uma pulpotomia com MTA.....	55
Figura 18 – Radiografias dos dentes 74 e 75 após pulpotomia com MTA	55
Figura 19 – Molar decíduo inferior extraído 30 meses após pulpotomia com MTA....	56
Figura 20 – Radiografias de um 75 com perfuração da furca em que foi feita a reparação com MTA.....	64

Índice de Siglas

MTA	Mineral Trioxide Aggregate
FDA	Food and Drug Administration
GMTA	Gray MTA
WMTA	White MTA
IRM	Cimento de óxido de zinco-eugenol reforçado

I. INTRODUÇÃO

O Mineral Trioxide Aggregate (MTA) é um biomaterial relativamente recente, sendo por isso alvo de grande número de pesquisas sobre as suas características, comportamento e indicações. Foi desenvolvido no início dos anos 90, por Mahmoud Torabinejad, na Universidade de Loma Linda na Califórnia, E.U.A, com o intuito de ser aplicado na endodontia para retro obturação e tratamento de perfurações laterais em dentes definitivos (Lee, Monsef & Torabinejad, 1993).

A utilização do MTA foi descrita pela primeira vez na literatura científica em 1993, patenteado em 1995 e aprovado para utilização endodôntica em 1998 pela U.S. Food and Drug Administration (FDA) (Rao, Rao & Shenoy, 2009).

O MTA foi originalmente formulado para possuir as propriedades físicas e as características necessárias para ser considerado simultaneamente um material reparador e medicamentoso (Rao et al., 2009).

O MTA é um pó constituído por finas partículas hidrofílicas, que toma presa na presença de humidade e cujos componentes principais são silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato, sulfato de cálcio diidratado, bem como óxido de bismuto que é responsável por lhe conferir radiopacidade (Roberts, Toth, Berzins & Charlton, 2008).

O MTA é menos radiopaco que o IRM, Super EBA (cimento óxido zinco-eugenol reforçado por ácido etoxibenzoico), amálgama e gutta-percha, tendo radiopacidade semelhante ao cimento de óxido zinco-eugenol, que é suficiente para ser visualizado facilmente radiograficamente (Rao et al., 2009).

Os principais iões presentes no MTA são iões de cálcio e de fósforo, que segundo Torabinejad, Hong, McDonald e Pitt Ford (1995), como esses iões também são os principais componentes dos tecidos dentários, conferem ao MTA excelente biocompatibilidade, quando em contacto com as células e os tecidos. Estes autores também observaram que o MTA era dividido em duas fases específicas, constituídas pelo óxido de cálcio e fosfato de cálcio. Sendo que o óxido de cálcio apresentava-se como discretos cristais e o fosfato de cálcio como uma estrutura amorfa.

Nos últimos anos tem-se preconizado a sua utilização como material obturador e restaurador/conservador em dentes decíduos. Nestes dentes a sua empregabilidade tem

vindo a ser alargada, sendo comumente utilizado para tratamentos pulpares de dentes vitais nomeadamente em pulpotomias de dentes imaturos, com o intuito de promover a apexogénese, bem como em dentes não vitais para preenchimento da porção apical radicular de forma a promover a apexificação (Younis, 2010).

A vantagem na utilização do MTA deve-se à combinação de inúmeras propriedades importantes que o tornam característico, sendo esta combinação inexistente noutros materiais frequentemente utilizados em endodontia. A sua formulação tem propriedades físicas, requisitos de presa e características necessárias para ser considerado um medicamento e material reparador ideal (Hedge & Battepati, 2010).

São de destacar propriedades como a capacidade de indução e condução da formação dos tecidos duros mineralizados, promovendo a regeneração tecidular quando em contacto com a polpa radicular e os tecidos peri-radulares. Apresentando capacidade de estimulação da formação de cimento radicular e relativamente ao osso alveolar poder osteogénico. Na dentina promove a dentinogénese, produzindo dentina terciária através de células tipo-odontoblastos e promove ainda a regeneração do ligamento periodontal (Torabinejad & Chivian, 1999; Schwartz et al., 1999).

O seu pH com elevada alcalinidade, tem elevado poder bactericida e antifúngico. É bastante útil na hemóstase e tem funções anti-inflamatórias uma vez que tem a capacidade de efectuar vasoconstrição e de suprimir as citocinas inflamatórias. Apresenta ainda aderência osteoblástica, bem como elevada biocompatibilidade (Darvell & Wu, 2011).

Dado que toma presa e é estável em meio húmido, tendo como grande vantagem o facto de ser indiferente à contaminação com sangue e outros fluidos, pode designar-se como cimento hidrofílico (Darvell & Wu, 2011).

Apresenta ainda solubilidade baixa, que em conjugação com o facto de não apresentar contracção aquando a presa, promove um eficaz selamento marginal. A adição de óxido de bismuto é um dos responsáveis pela insolubilidade do MTA, uma vez que este composto é praticamente insolúvel. No entanto, este dissolve-se em pH baixo, por isso tem sido sugerido que colocar MTA em ambientes acídicos, como nos tecidos inflamados, pode levar à libertação de óxido de bismuto, podendo reduzir a biocompatibilidade do material (Parirokh & Torabinejad, 2010).

Komabayashi e Spangberg (2008), no estudo que realizaram referem que algumas partículas de MTA seriam tão pequenas quanto $1,5\text{ }\mu\text{m}$, cujo tamanho é menor que o diâmetro de alguns túbulos dentinários. Assim sendo, os autores colocam a hipótese de este facto ter um importante papel no poder de selamento do MTA. No entanto, segundo Parirokh e Torabinejad (2010), esta hipótese pode não ser relevante uma vez que os túbulos dentinários após a instrumentação canalar não se encontram abertos, a não ser que o smear-layer seja removido por condicionamento ácido.

O MTA é por isso considerado um dos materiais mais versáteis existentes na medicina dentária, podendo ser empregue em diversas situações tais como protecções pulpares directas e indirectas, pulpotomias, apexificação e apexogénese, obturação endodôntica, selamento apical em apicectomias, tratamento de fracturas radiculares horizontais, reparação de reabsorções radiculares (internas e externas) e de perfurações existentes ao nível radicular e ao nível da furca (Figura 1) (Parirokh & Torabinejad, 2010).

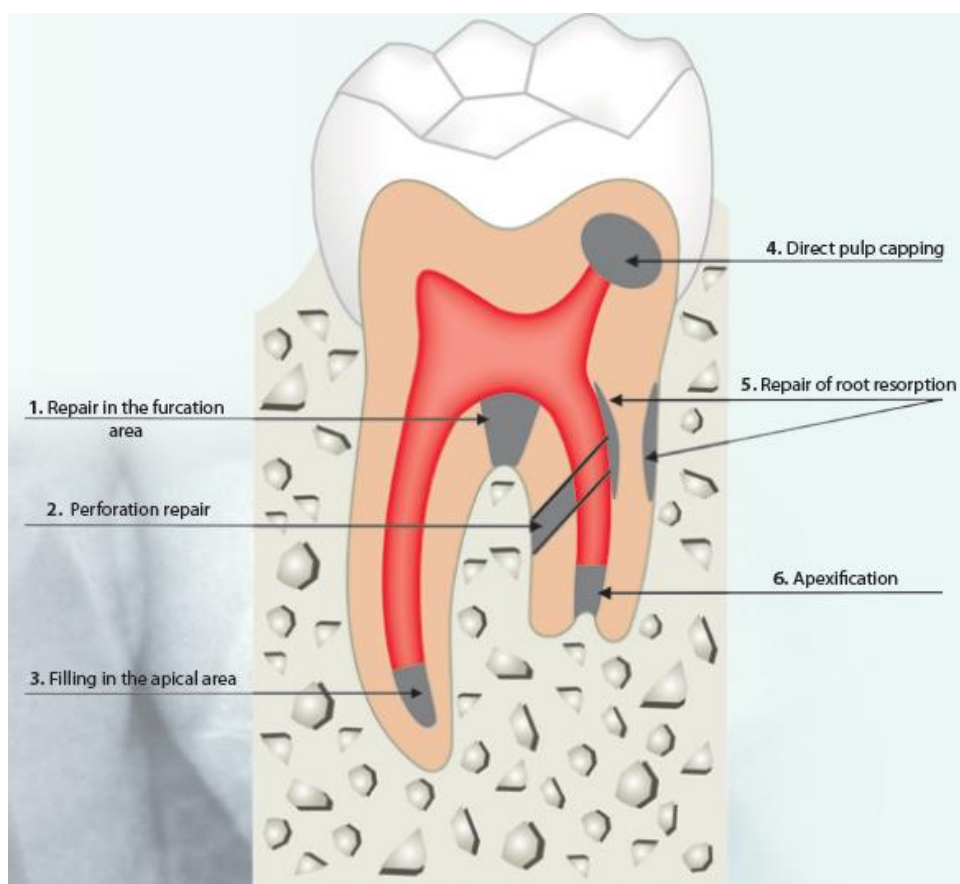


Figura 1 – Ilustração esquemática das várias aplicações do MTA (Cerkamed®, 2013)

A resposta/reacção dos tecidos biológicos ao MTA é muito semelhante à verificada com o hidróxido de cálcio, tendo sido concluído que ambos os mecanismos de acção são semelhantes (Holland et al., 2001).

Assim sendo, pensa-se que a semelhança do mecanismo de acção que existe entre o MTA e o hidróxido de cálcio seja devida à presença do óxido de cálcio (Holland, Souza, Delgado & Murata, 2002).

O poder osteogénico do MTA é devido à abundante libertação de iões cálcio, que interagem com os grupos fosfato nos tecidos envolventes, formando cristais de hidroxiapatite (Asgary et al., 2009).

A composição do MTA é muito semelhante à do cimento de Portland, à excepção de que este não possui óxido de bismuto e as partículas do MTA são menores e mais uniformes (Camilleri & Pitt Ford, 2006). O cimento de Portland é considerado inadequado para utilização dentária, devido à sua composição com metais pesados, ausência de radiopacidade adequada, expansão elevada aquando da presa, tamanhos irregulares das partículas e solubilidade relativamente elevada. No entanto em comparação com o MTA apresenta semelhante poder antimicrobiano e poder de selamento (Darvell & Wu, 2011).

Existem dois tipos de MTA: o Gray MTA (GMTA) e o White MTA (WMTA). O Gray MTA surgiu primeiro e é o mais parecido com o cimento de Portland, sendo composto por moléculas como cálcio, sílica, alumínio, ferro, bismuto e oxigénio, sendo composto maioritariamente por silicato tricálcico, silicato dicálcico e óxido de bismuto, com predomínio de partículas pequenas e irregulares e de algumas partículas maiores e mais alongadas (Figura 2) (Camilleri et al., 2003).

O White MTA foi desenvolvido posteriormente, em 2002, devido ao potencial de coloração que o Gray MTA apresentava devido à presença de ferro na sua composição. A maior diferença é que este não possui alumínio ou ferro, mas apenas cálcio, sílica, bismuto e oxigénio, sendo composto maioritariamente por silicato tricálcico e óxido de bismuto e as partículas são mais pequenas e intercaladas por partículas afiladas tipo agulha (Figura 3) (Camilleri et al., 2003).

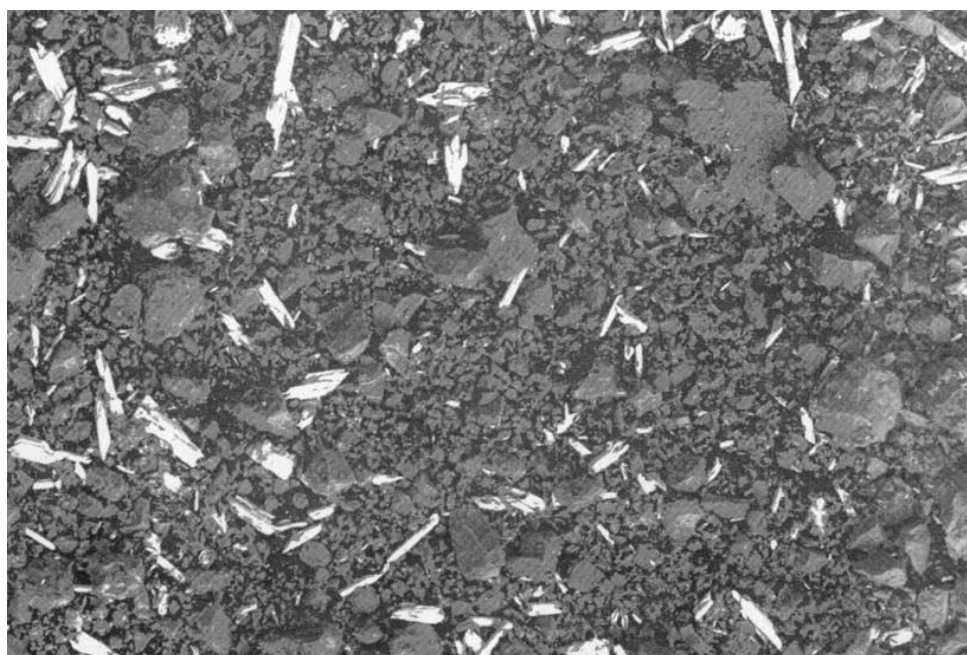


Figura 2 – Imagem ao microscópio eletrónico (x350) do Gray MTA

Onde é possível visualizar-se o predomínio de partículas pequenas e irregulares e de algumas partículas maiores e mais alongadas (Camilleri et al., 2003).

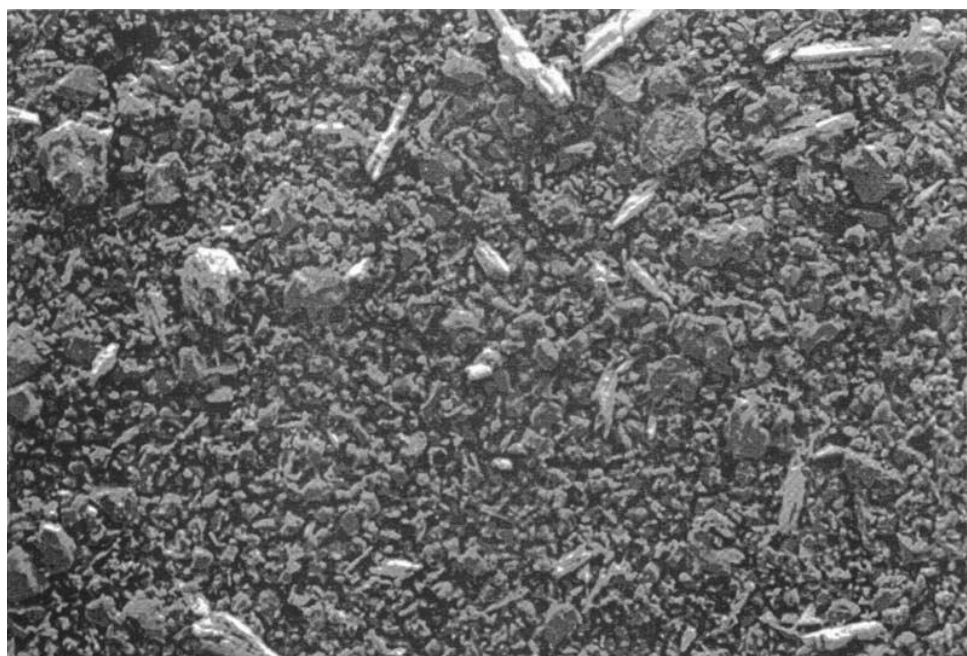


Figura 3 – Imagem ao microscópio eletrónico (x350) do White MTA

Onde é possível visualizar-se partículas menores que no Gray MTA e intercaladas por partículas afiladas tipo agulha (Camilleri et al., 2003).

O MTA encontra-se disponível no mercado predominantemente com os nomes comerciais ProRoot MTA® (Dentsply Tulsa Dental, USA), White ProRoot MTA® ou também chamado de Tooth Colored MTA® (Dentsply Tulsa Dental, USA), MTA - Angelus® (Indústria de produtos Odontológicos, Brasil), MTA - Angelus Blanco® (Indústria de produtos Odontológicos, Brasil) (Malhotra, Agarwal & Mala, 2013). No entanto existem outras preparações, como o Egeo® (CPM) (Egeo, Argentina), MTA Bio® (Indústria de produtos Odontológicos, Brasil), MTA root canal sealer - CPM sealer® (Egeo, Argentina) e MTA-Obtura® (Indústria de produtos Odontológicos, Brasil) (Figura 4) (Parirokh & Torabinejad, 2010).

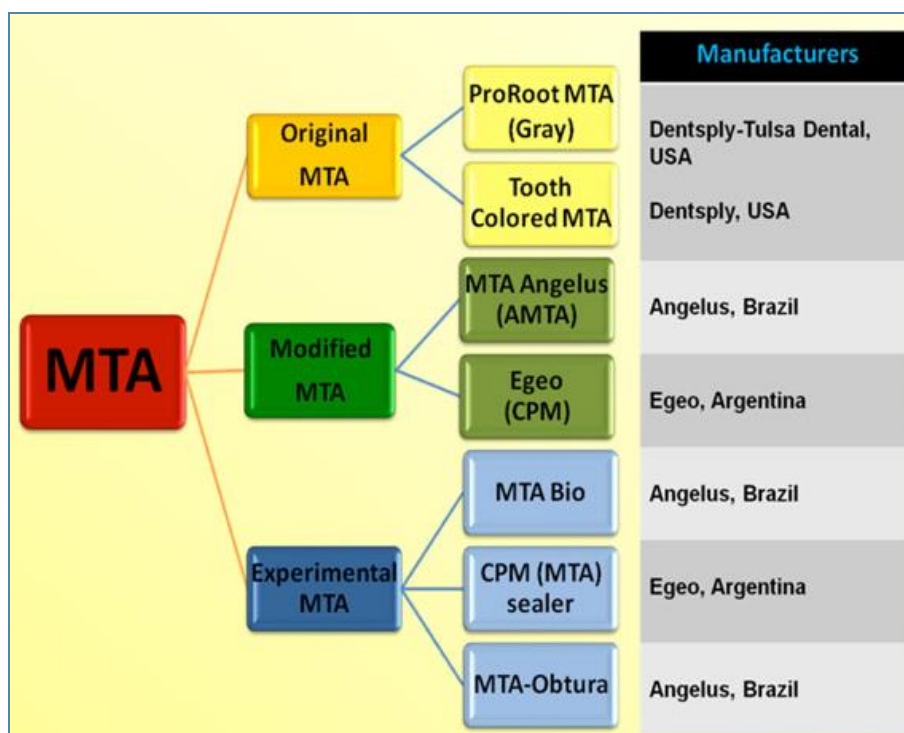


Figura 4 – Esquema com as diferentes preparações de MTA disponíveis no mercado
(Malhotra, Agarwal & Mala, 2013)

O MTA – Angelus® não apresenta partículas tão homogêneas como o ProRoot MTA®, no entanto em comparação, o MTA – Angelus® liberta ligeiramente mais íons cálcio e tem outras vantagens como uma melhor adaptação marginal, melhor poder de selamento e menor reacção inflamatória na maioria dos casos (Darvell & Wu, 2011).

O tempo de presa do ProRoot MTA® são cerca de 3/4 horas e o do MTA – Angelus 15 minutos (Darvell & Wu, 2011).

Segundo Rao et al. (2009) o ProRoot MTA® (Gray MTA) tem maior força de compressão que o MTA – Angelus® (White MTA). Torabinejad et al. (1995) afirmam que o MTA apresenta uma força de compressão das mais baixas comparativamente com os outros materiais, de 40 MPa após 24 horas, mas este valor aumenta significativamente após 21 dias para 67,3 MPa, que é comparável com os cimentos IRM e Super-EBA, mas muito menor que a amálgama (311 MPa).

Tanto o ProRoot MTA® (Gray MTA) como o MTA – Angelus® (White MTA) têm um excelente poder antifúngico e antibacteriano, contra algumas bactérias anaeróbias facultativas (*S.mitis*, *S.mutans*, *S. salivarius*, *E. faecalis*, *S. sanguis*, *Lactobacillus* e *S.epidermidis*), não apresentando actividade antimicrobiana frente a bactérias anaeróbias estritas. Em contraste com o MTA, o óxido de zinco-eugenol apresenta actividade antibacteriana em ambos os tipos de bactérias. Como tal, uma vez que a flora microbiana dos canais radiculares é praticamente anaeróbia estrita, o MTA não deverá ser usado como único agente antibacteriano directo na prática clínica endodôntica (Correia, 2010).

Apresentam ainda uma acção eficaz contra a *Candida albicans*, que é frequentemente encontrada em insucessos endodônticos, provavelmente devido à sua natureza invasiva e à resistência contra alguns medicamentos intracanales, como é o caso do hidróxido de cálcio (Kangarlou et al., 2012).

Segundo Correia (2010) um material de restauração deverá ser mais radiopaco que as estruturas circundantes quando colocado *in situ*. O MTA é menos radiopaco que o IRM, o Super EBA, a amálgama de prata, a gutta-percha e tem uma radiopacidade semelhante à do óxido de zinco-eugenol. Ao comparar a radiopacidade do White MTA (WMTA) com a do Gray MTA (GMTA), observou-se que o White MTA é mais radiopaco. Embora ambos os materiais tenham quantidades semelhantes de óxido de bismuto (material usado para conferir radiopacidade), a presença de outras substâncias no White MTA poderá ser a causa desta diferença de radiopacidade entre ambos os tipos.

Camilleri et al. (2003) constataram que o White MTA apresentava melhores propriedades de manuseamento clínico, uma vez que não contém partículas tão grandes

como o Gray MTA. Em relação à biocompatibilidade, capacidade de selamento e prevenção de micro-infiltrações, não existem diferenças estatisticamente significativas entre ambos os materiais.

Estudos de implantação subcutânea e intra-óssea realizados em animais de experimentação laboratorial desde o final da década de 1990, têm mostrado que ambos os tipos de MTA não são mutagénicos nem citotóxicos. Nestes estudos foi observada uma resposta inflamatória mínima por parte dos tecidos moles e osso. Também foi confirmada a capacidade de indução da osteogénese por parte do MTA.

A deposição de dentina secundária pode ser observada pela presença de estenose do canal radicular, também denominada de obliteração do canal radicular, e pela formação de uma ponte dentinária. A deposição de dentina demonstra a existência de actividade odontoblástica activa, provando que existe vitalidade da polpa radicular e ausência de patologia (Maroto, Barbería, Vera & Godoy, 2006).

Maroto et al. (2006) realizaram dois estudos onde avaliaram em dentes decíduos pulpotomizados a formação de pontes dentinárias com Gray MTA e White MTA. Concluíram que os casos de estenose do canal radicular foram muito mais frequentes do que a formação da ponte dentinária. O White MTA e o Gray MTA não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em termos de estenose, porém em relação à formação da ponte dentinária foi verificada uma grande diferença: 11,5 % para o White MTA e 55% para o Gray MTA. Tendo sido concluído que o contacto directo entre o White MTA e o tecido pulpar após pulpotomia não estimula tão intensamente a formação da ponte dentinária.

Num outro estudo, Agamy, Bakry, Mounir e Avery (2004) também investigaram a formação de pontes dentinárias, realizando-se cortes histológicos de dentes tratados com White MTA, Gray MTA e formocresol. Observaram que dentes tratados com White MTA continham muito mais células inflamatórias e algumas áreas de necrose quando comparados com os do grupo em que se utilizou Gray MTA, que mantinha uma arquitectura pulpar normal e uma camada odontoblástica contínua e intacta, com formação de ponte dentinária. Por sua vez, os dentes tratados com formocresol apresentavam alguns depósitos mal calcificados de dentina secundária, com a polpa quase completamente necrosada e células inflamatórias.

A taxa de sucesso clínico e radiográfico segundo Maroto et al. (2006) tanto para o White MTA como para o Gray MTA foi de 100%, após 6 meses de controlo. No entanto, foram obtidos resultados diferentes no estudo referido no parágrafo anterior pelos autores Agamy et al. (2004) que referem que o White MTA apresentou uma taxa de sucesso clínico e radiológico de 80% aos 12 meses e o Gray MTA de 100%. A taxa de sucesso do formocresol foi de 90%. Assim, como medicamento para pulpotomias de dentes decíduos, o Gray MTA é considerado por estes autores superior em relação ao White MTA.

A hidratação deste pó geralmente é feita com água destilada ou com soro fisiológico na proporção de 3:1 ou segundo as instruções do fabricante. A mistura é feita numa placa de vidro com uma espátula reta (Figura 5), resultando na formação de um gel coloidal com hidróxido de cálcio e silicato de cálcio, com um pH de 10,2 logo após a mistura. Solidifica graças à precipitação de cálcio formando uma barreira sólida de hidróxido de cálcio, resistente e impermeável em cerca de três a quatro horas, obtendo-se um pH final de 12,5 (Parirokh & Torabinejad, 2010).

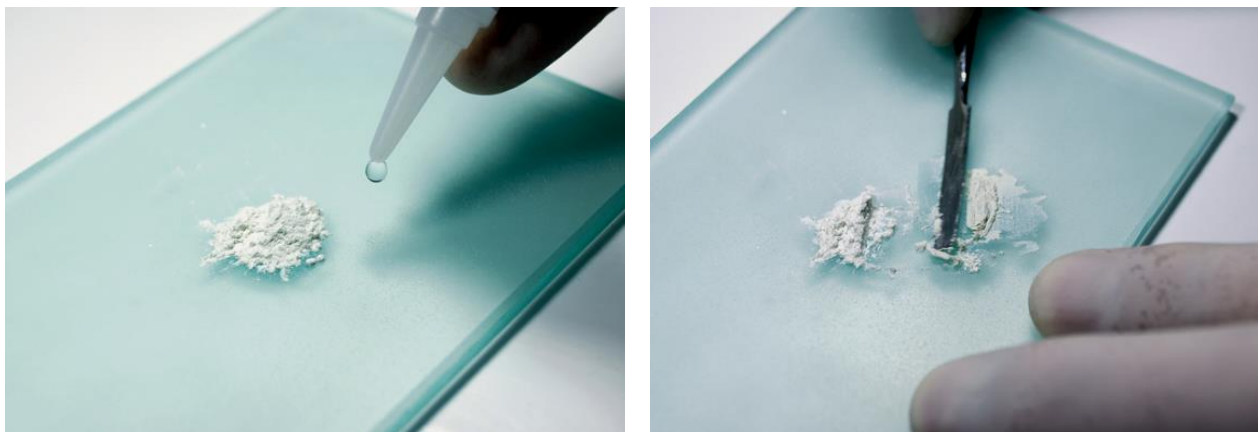


Figura 5 – Preparação do MTA

Numa proporção de 3 porções de pó para 1 porção de água esterilizada (Cerkamed®, 2013)

As propriedades físicas da mistura obtida podem ser influenciadas por vários parâmetros tais como: rácio pó/líquido, método de mistura, tempo entre a mistura e a aplicação, espessura da camada aplicada, pressão usada na condensação, humidade, pH

e temperatura do meio ambiente, tipo de MTA e modo de armazenamento (Parirokh & Torabinejad, 2010).

Após a espatulação, a mistura obtida pode ser aplicada com um porta-amálgama ou um aplicador específico (figura 6) da marca comercial CerKamed®.



Figura 6 – Aplicador de MTA da marca comercial CerKamed®
Permite uma aplicação mais direccionada e precisa (CerKamed®, 2013)

Segundo Parirokh e Torabinejad (2010) mais investigações são necessárias para determinar o mecanismo de acção do MTA. No entanto pensa-se que, desde o momento em que este é colocado em contacto directo com os tecidos, forma-se uma barreira de hidróxido de cálcio que liberta iões de cálcio que vão intervir na proliferação celular e na adesão, é criado um ambiente antibacteriano devido ao pH alcalino. De seguida ocorre a produção de citocinas moduladoras de sinais, traduzindo-se na diferenciação, migração e produção de células dos tecidos mineralizados envolventes, formando-se por fim hidroxiapatite à superfície da camada de MTA, que proporciona o selamento biológico.

A presença de hidróxido de cálcio, derivado da hidratação do MTA e o aumento de pH, como resultado da libertação de iões hidroxilo, são provavelmente a explicação para o mecanismo de acção antimicrobiano, uma vez que a alcalinidade é capaz de inactivar as enzimas da membrana dos microrganismos, que por sua vez inibe a respetiva actividade biológica (Kangarlou et al., 2012).

No entanto, o MTA tem algumas desvantagens como tempo de presa longo, custo elevado, eventual alteração da coloração do dente tratado, dificuldade de manuseamento e armazenamento (Asgary, Motazedian, Parirokh, Eghbal & Kheirieh, 2013).

Apesar disso, segundo Kangarlou et al. (2012) este é considerado o material *gold standard* para ser utilizado como selamento apical em apicectomias devido às propriedades físicas e químicas que apresenta (Figura 7).

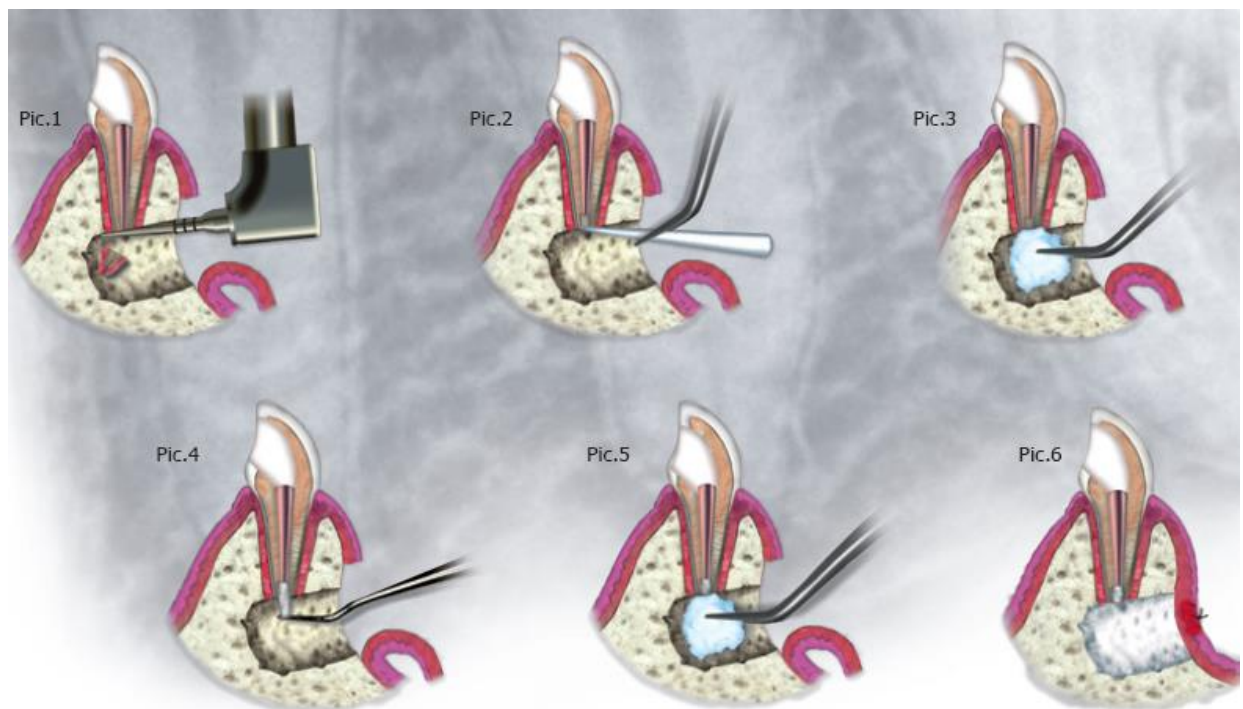


Figura 7 – Utilização do MTA como selamento apical em apicectomias

1 – Após descolamento do retalho do tecido gengival e osteotomia, efectua-se secção da porção terminal da raiz e a preparação radicular. 2 e 3 – Limpeza e desinfecção e controlo da hemorragia. 4 – Colocar o MTA no canal e condensar. 5 – Humedecer o MTA para estimular a presa. 6 – Encerramento do retalho (Cerkamed®, 2013)

Numerosas substâncias têm sido utilizadas como materiais de selamento apical. Os principais inconvenientes destes materiais incluem a sua incapacidade de evitar a saída de substâncias irritantes dos canais radiculares infectados para os tecidos perirradiculares, falta de biocompatibilidade completa com os tecidos vitais, bem como a incapacidade para promover a regeneração dos tecidos perirradiculares ao seu estado de normalidade, prévio à patologia. A colocação de materiais retrobturadores é indicado para prevenir penetração de substâncias irritantes do sistema de canais radiculares nos tecidos perirradiculares (Torabinejad & Chivian, 1999).

Torabinejad & Chivian (1999) referem que em duas investigações independentes, a eficácia do MTA foi comparada com a amálgama como material de selamento apical em cães e macacos. Os resultados destas investigações revelaram diferenças significativas entre os dois materiais. O uso do MTA como material de selamento apical foi significativamente menos associado a inflamação, verificou-se formação de cimento sobre o MTA e regeneração dos tecidos perirradiculares para um estado quase normal, pré-experimental.

Torabinejad e Chivian, os inventores do MTA, em 1999 recomendaram este material para utilização como uma barreira apical, que desde então se tornou o material de eleição para a indução de uma barreira apical artificial. Segundo Chala, Abouqal e Rida (2011) a eleição e a popularidade deste material deve-se ao curto tempo do tratamento e ao facto de possuir maior previsibilidade no que diz respeito à formação de tecido duro mineralizado.

Em casos específicos em que um dente imaturo sofre necrose da polpa e o desenvolvimento radicular cessa, não havendo encerramento apical, o tratamento endodôntico é um verdadeiro desafio devido não só ao ápex aberto mas também devido à dimensão do canal e às paredes de dentina finas e frágeis. A formação da barreira apical é necessária de forma a permitir o preenchimento dos canais radiculares sem que haja o risco de trespasse apical e sobreobturação (Figura 8).

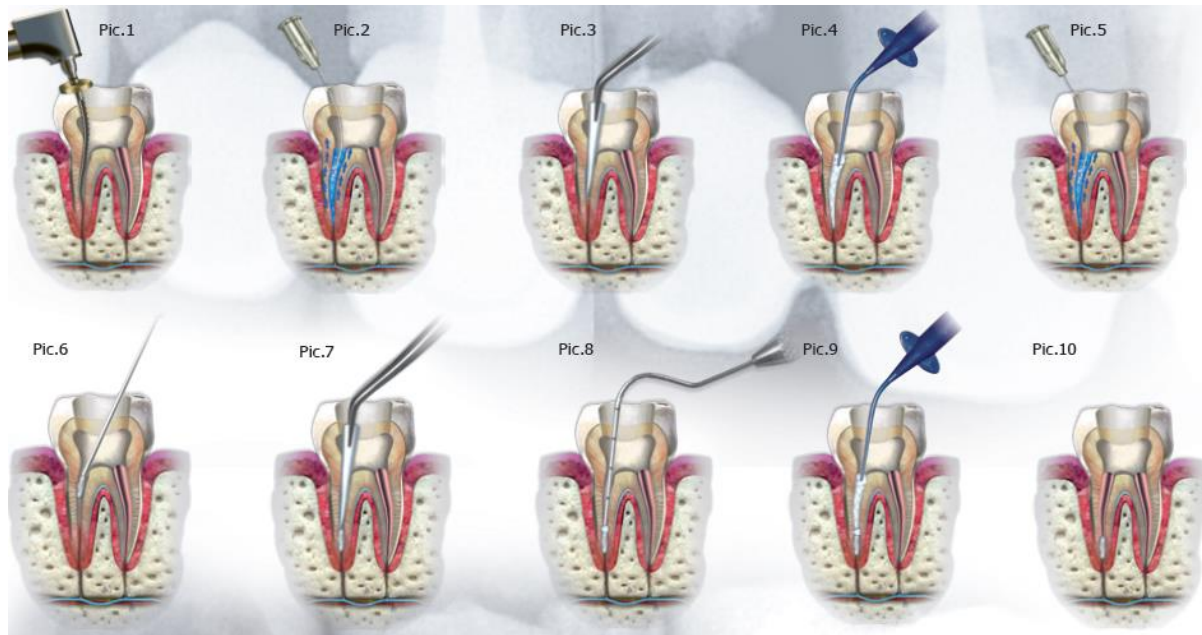


Figura 8 – Aplicação de MTA de forma a promover a apexificação

1 e 2 – Instrumentação e irrigação com NaOCl. 3 - Secar o canal radicular com pontas de papel. 4 - Em seguida, insira uma pasta preparada de hidróxido de cálcio e deixar por 1-2 semanas. 5 – Na consulta seguinte o hidróxido de cálcio tem de ser removido do canal radicular irrigando abundantemente com NaOCl. 6 - Colocar o MTA na área apical e condensar, o MTA deve criar o enchimento do canal radicular de barreira sobre o comprimento de 3-5 mm. Um raio-x é necessário para confirmação. 7 – Inserir uma bolinha de algodão húmida no canal radicular. 9 - Encerrar com um preenchimento temporário. 10 - Na próxima consulta se o MTA estimulou a produção de tecido duro, pode-se preencher o resto do canal radicular, sendo que o MTA permanece no local (Cerkamed®).

Posto isto, a apexificação revela-se na maioria destes casos a única solução para manutenção destes dentes (Chala et al., 2011).

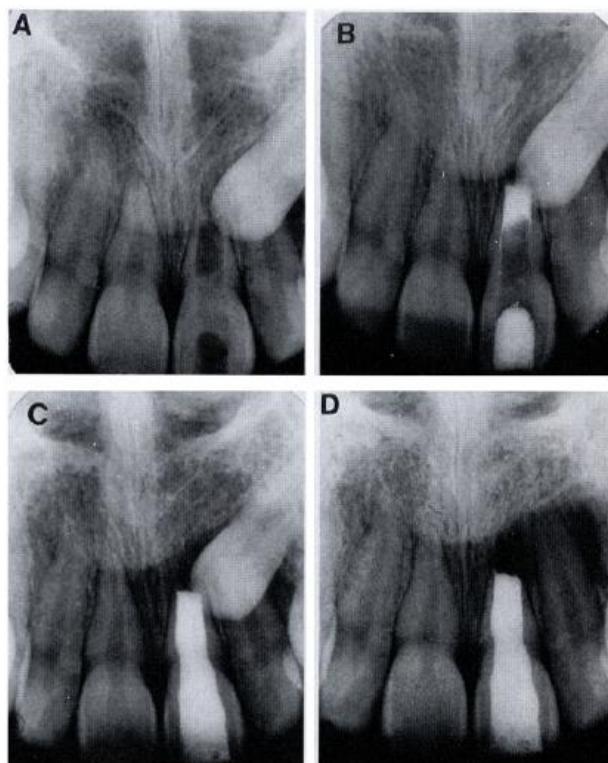


Figura 9 – Dente 21 com ápex aberto em que se promoveu a apexificação com MTA

A – Radiografia pré-operatória do 21 com ápex aberto. B – Colocação de 3 a 4 mm de MTA após a instrumentação. C – Obturação do resto do canal e restauração definitiva com resina composta. D – Radiografia de controlo após 6 meses, imediatamente depois da extracção do dente impactado.

(Torabinejad & Chivian, 1999)

Em 1999 Torabinejad e Chivian recomendaram a utilização do MTA para a formação de uma barreira apical artificial, em alternativa ao hidróxido de cálcio. Desde então as comparações entre a utilização de ambos estes materiais têm concluído que o MTA leva menos tempo para a formação de uma barreira apical, tem notavelmente menor solubilidade, bem como melhor poder de selamento. Produz menos inflamação e mais rápida formação de dentina reacionária. Tem-se verificado ainda que promove a libertação de citocina e produção de interleucina, permitindo desta forma a regeneração do cimento periodontal e do osso alveolar circundante.

No entanto, segundo um estudo conduzido por Chala et al. (2011), concluiu-se que tanto o hidróxido de cálcio como o MTA podem ser utilizados para a apexogénese de dentes imaturos, não tendo havido diferenças estatisticamente significativas na formação de uma barreira apical com MTA ou com hidróxido de cálcio.

A possibilidade de obtenção de uma barreira apical de MTA numa única sessão é vista como uma alternativa promissora e vantajosa face às múltiplas sessões necessárias para a apexificação com hidróxido de cálcio, reduzindo não só o tempo do tratamento, mas também o risco de fractura, proporcionando mais precocemente a execução de uma restauração que proporcione selamento e reforço adequados (Srinivasan, Waterhouse & Whitworth, 2009).

Chang, Oh, Lee, Cheung e Kim (2013) concluíram que o MTA não tem efeito negativo na regeneração dos tecidos periapicais, no entanto, a sobreobturação intencional do MTA para a lesão e tecidos periapicais não é recomendada.

Segundo Roberts et al. (2008), o WMTA quando utilizado como material para apexificação foi responsável por produzir a formação tanto de barreiras apicais completas como incompletas com tecido pulpar ligeiramente inflamado em caninos de macacos. Enquanto que amostras tratadas com hidróxido de cálcio apresentaram maioritariamente a formação de barreiras incompletas.

Noutros casos, como em exposições pulpares iatrogénicas e exposições pulpares devido a lesões de cárie em dentes com apéxes imaturos sem sinais de pulpite irreversível, de forma a preservar a vitalidade pulpar e prevenir patologias periapicais o MTA deve ser utilizado para o encerramento da exposição, assim como, para reparar reabsorções e perfurações quer radiculares quer ao nível da furca (Torabinejad & Chivian, 1999).

Rodakowska e Baginska (2012) defendem que para além do MTA ser o material de eleição para obturação retrógrada após apicectomia, é também o eleito na reparação de perfurações do pavimento da câmara pulpar ou dos canais radiculares, bem como de reabsorções internas.

Uma reabsorção interna extensa pode complicar o prognóstico do tratamento endodôntico devido ao enfraquecimento da estrutura dentária remanescente e possivelmente do tecido periodontal circundante (Nunes, Silveira, Soares, Duarte & Soares, 2012).

Nunes et al. (2012) concluíram que o uso de biomateriais, tais como MTA, em dentes com perfurações devido a reabsorções radicular interna deu óptimos resultados, como demonstrado pelo exame clínico, radiológico e citológico depois de um acompanhamento de mais de 11 anos.

Sari e Sonmez (2006) referiram ter obtido completa reparação com a aplicação de MTA de uma reabsorção inflamatória do terço coronário num molar decíduo mandibular.

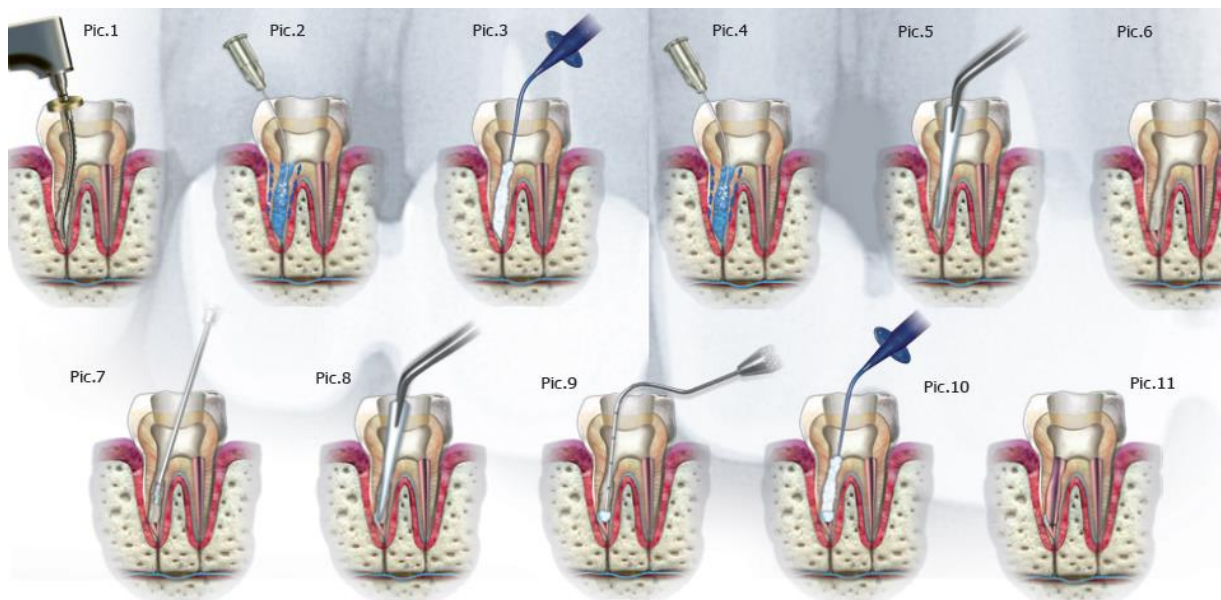


Figura 10 – Reparação com MTA de uma perfuração como complicação de uma reabsorção interna

1 e 2 – Instrumentação e irrigação com NaOCl. 3 - Fechar a câmara pulpar usando hidróxido de cálcio. 4 - Na consulta seguinte, após 1-2 semanas, o hidróxido de cálcio tem de ser removido do canal radicular irrigando abundantemente com NaOCl. 5 - Secar o canal radicular com cones de papel e localizar a zona de reabsorção. 6 - Preencher o canal até o ponto de reabsorção. 7- Colocar o MTA no ponto exato de reabsorção. 8 - Uma bolinha de algodão húmido tem de ser colocada no canal radicular. 10 - Toda a área de fratura tem de ser coberta e selada por obturação temporária. 11 – Na próxima consulta se o MTA estimulou a produção de tecido duro, pode-se preencher o resto do canal radicular, sendo que o MTA permanece no local (Cerkamed®, 2013).

Mente et al. (2010) afirmaram que o uso de materiais biocompatíveis, como o MTA pode melhorar o prognóstico de dentes com perfurações radiculares. Estes autores realizaram um estudo em que 26 dentes com perfurações radiculares receberam tratamento com MTA, sendo que dos 21 dentes observados, 18 dentes (86%) foram classificados como reparados, concluindo que o MTA parece proporcionar um selamento eficaz biocompatível e de longa duração em perfurações situadas em todas as localizações radiculares.

Um estudo efectuado por Holland et al. (2001) em dentes de cães utilizou hidróxido de cálcio e MTA para a reparação das perfurações radiculares laterais. O estudo mostrou que, 30 dias após o tratamento, houve deposição de cimento em muitas das amostras com MTA. Após 180 dias, a maioria das amostras de MTA exibiu a formação de cimento e ausência de sinais de inflamação, que em contraste com as amostras em que se aplicou hidróxido de cálcio, apresentaram inflamação mesmo após 180 dias.

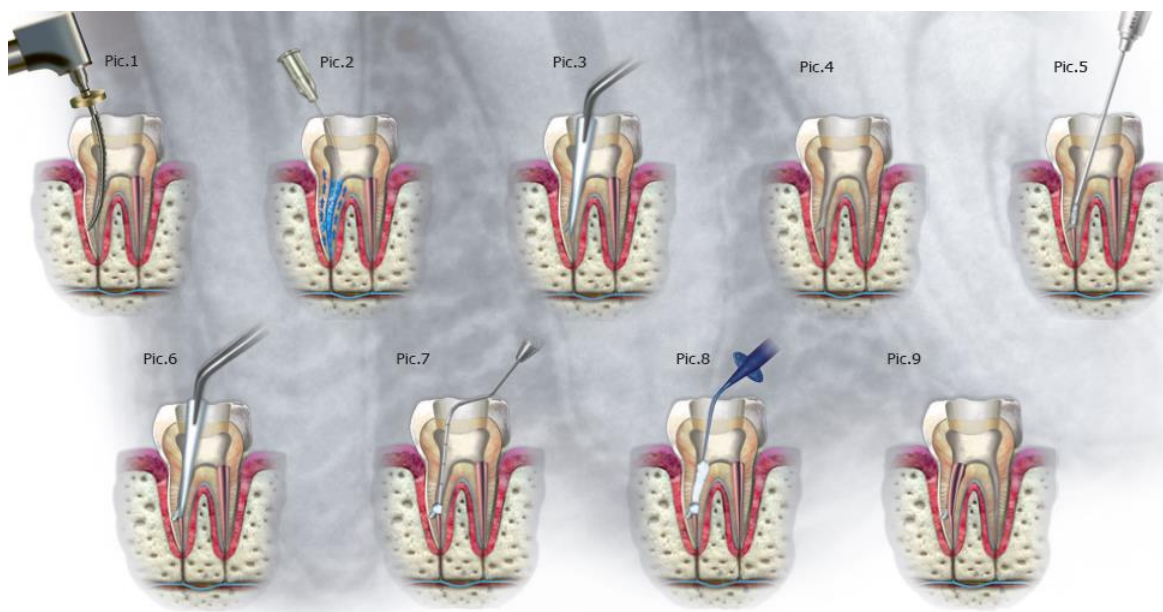


Figura 11 - Reparação com MTA de uma perfuração radicular lateral

1 e 2 – Instrumentação e irrigação com NaOCl. 3 - Secar o canal radicular com pontas de papel. 4 - Preencher o canal radicular até ponto de perfuração. 5 – Colocar o MTA no ponto exato da perfuração e condensar. Um raio- X é necessário para confirmação. 7 - Uma bolinha de algodão húmida no canal radicular. 8 – Toda a área fracturada tem de ser coberta por um material de preenchimento temporário. 9 - Na próxima consulta se o MTA estimulou a produção de tecido duro, pode-se preencher o resto do canal radicular, sendo que o MTA permanece no local. (Cerkamed, 2013)

II. DESENVOLVIMENTO

A anatomia dos dentes decíduos é mais propícia para a evolução da cárie dentária e consequentemente à exposição pulpar e à necessidade de tratamento endodôntico, já que a espessura do esmalte e da dentina é menor que nos dentes permanentes e a polpa coronária é maior. Dessa forma é necessário que o profissional esteja preparado para intervir em casos nos quais exista exposição do tecido pulpar, seja por lesões de cárie dentária, traumáticas ou iatrogénicas (Volpato et al., 2011).

A preservação de um dente decíduo antes da erupção do dente permanente respetivo é o plano desejável, uma vez que ajuda na determinação da forma da arcada dentária, manutenção do espaço dentário, previne hábitos deletérios, preserva a estética e mantém a função mastigatória. Assim, dentes cariados devem idealmente ser restaurados em vez de extraídos (Caicedo, Abbott, Alongi & Alarcon, 2006).

Os dentes decíduos com exposição pulpar ou patologia pulpar devem ser sempre intervencionados, seja por tratamento endodôntico ou por extracção, uma vez que a infecção ou traumatismo de um dente decíduo pode resultar no dano do dente permanente sucessor (Carrote, 2005).

Quando a polpa é exposta devido a uma lesão de cárie, o potencial de reparação e regeneração pulpar é muito limitado devido à infecção bacteriana da polpa por um período de tempo substancial, que compromete a capacidade de resposta defensiva por parte do órgão pulpar (Fuks, 2008).

A reacção do tecido pulpar dos dentes decíduos difere da dos dentes definitivos e é caracterizada pela rápida propagação da inflamação desde a porção coronária, tornando-se irreversível quando não tratado, afectando o tecido radicular (Carrote, 2005).

O tratamento endodôntico deve ser evitado quando os dentes decíduos se encontram francamente cariados, sem possibilidade de serem restaurados, com lesões de cárie que tenham danificado o pavimento da câmara pulpar ou em dentes com avançada reabsorção radicular ou que estejam perto da esfoliação. A relação das raízes do dente decíduo com o desenvolvimento do dente permanente sucessor representa um problema adicional, uma vez que durante a esfoliação as raízes do dente decíduo reabsorvem,

necessitando de estar tratadas com um material que acompanhe a reabsorção radicular (Carrote, 2005).

O objectivo primário do tratamento pulpar num dente afectado por lesão de cárie, traumatismo ou outras causas, é a manutenção da vitalidade e integridade dentária, assim como, dos tecidos envolventes. Sendo que as indicações, os objectivos e o tipo de tratamento pulpar dependem da vitalidade pulpar sem sintomatologia, ou se apresenta pulpite reversível, irreversível ou necrose (American Academy Of Pediatric Dentistry, 2009).

A polpa dentária possui a capacidade de formar dentina terciária reparadora como parte da regeneração do órgão pulpo-dentinário. Como tal, o tratamento conservador tem como objectivo o tratamento dos danos pulpares reversíveis em casos em que a polpa e a dentina são afectadas por lesões de cárie, lesões iatrogénicas ou traumáticas, tentando desta forma manter a vitalidade pulpar (Fuks, 2008).

Segundo Fuks (2008) sempre que o complexo pulpo-dentinário é afectado podem ser observadas 3 situações:

1. No caso de uma lesão com pouca gravidade, como uma lesão de progressão lenta ao longo da dentina, os odontoblastos devem sobreviver e ser estimulados a formar uma matriz de dentina terciária reaccionária, de forma a proteger a polpa dos estímulos externos.
2. Em lesões graves da dentina sem exposição pulpar ou dano severo nos tecidos devido à preparação cavitária, os odontoblastos são destruídos subjacente à dentina afectada. Geralmente, o órgão pulpo-dentinário em condições normais, é capaz de produzir a diferenciação de células tipo-odontoblastos, capazes de formar dentina terciária (dentinogénese reparadora).
3. No caso de exposição pulpar, a polpa pode ser reparada pela sua própria capacidade de reparação ou após a aplicação de um material de protecção pulpar.

Como parte do processo de regeneração e reparação pulpar é necessário que o poder de dentinogénese das células da polpa se manifeste, induzindo a proliferação, migração e diferenciação de células tipo-odontoblastos que irão formar dentina terciária que irá reconstruir a transição pulpo-dentinária perdida.

Para os diversos tratamentos endodônticos, como referido anteriormente o MTA é um material revolucionário, sendo considerado um dos materiais mais versáteis existentes na medicina dentária, podendo ser utilizado em diversas situações quer em dentes definitivos, quer em dentes decíduos (Rao et al., 2009).

Segundo Rodakowska e Baginska (2012), de acordo com a literatura disponível, o MTA é o “*gold standart*” para o tratamento pulpar vital, uma vez que apresenta maior capacidade de estimulação da formação da ponte de dentina em comparação com o uso de cálcio hidróxido de cálcio, bem como notórias propriedades bactericidas, elevado poder de selamento e biocompatibilidade.

Em Odontopediatria as principais indicações deste material são os tratamentos de pulpotomia de dentes decíduos, protecção pulpar, indução da apexificação em dentes definitivos e reparação de perfurações radiculares (Walker et al, 2013).

a) Protecção Pulpar

1. Indirecta

O tratamento pulpar indirecto é indicado em dentes decíduos com lesões de cárie profundas próximas da polpa, mas sem sinais ou sintomas de degeneração pulpar. A dentina cariada mais profunda é mantida de forma a evitar a exposição pulpar, existindo a remoção do tecido infectado e necrosado, mantendo somente a camada de dentina que fica no fundo da cavidade e que, mesmo desmineralizada, ainda possui vitalidade. Desta forma mantém-se a vitalidade pulpar na expectativa de que a polpa vital seja capaz de recuperar dos danos da lesão de cárie, não existindo sinais e sintomas como sensibilidade, dor ou edema e evidências radiográficas de reabsorções radiculares patológicas externas e internas, ou de outras alterações patológicas (Freires & Cavalcanti, 2011).

Segundo Ingle (2009) mesmo que a polpa esteja inflamada, esta inflamação é reversível se a lesão de cárie causadora for removida e se o tempo permitir a cura e a regeneração. A dentina cariada é coberta com um material biocompatível de forma a estimular a reparação e a cura, como o ionómero de vidro modificado por resina, hidróxido de cálcio, óxido zinco-eugenol, ionómero de vidro, MTA ou ainda o próprio

sistema adesivo. No caso de ser aplicado hidróxido de cálcio, uma vez que este apresenta elevada solubilidade e baixa força de compressão, deve colocar-se sobre este material cimento de ionómero de vidro reforçado com resina ou de óxido zinco-eugenol de forma a proporcionar um selamento eficaz contra a micro-infiltração. Seguidamente, o dente deve ser restaurado com um material que sele e que não promova a micro-infiltração, uma vez que enquanto o dente permanecer selado da contaminação bacteriana, o prognóstico é favorável para a formação de dentina terciária e tratamento da lesão de cárie (Figura 12) (American Academy Of Pediatric Dentistry, 2009).

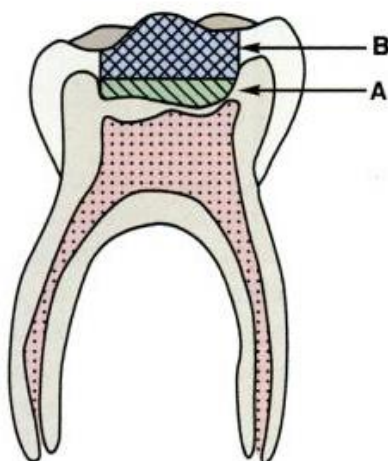


Figura 12 - Protecção pulpar indirecta

A – Material/medicamento de protecção pulpar (MTA, hidróxido de cálcio, ionómero de vidro ou óxido zinco-eugenol). B – restauração. (Ingle, 2009)

Segundo Freires e Cavalcanti (2011) a escolha de materiais de protecção do complexo dentinopulpar realiza-se em função do material restaurador definitivo e da profundidade da cavidade, tendo em consideração a espessura de dentina remanescente. Os materiais mais recomendados para protectores pulpares são os vernizes cavitários, o hidróxido de cálcio, o MTA, os cimentos de ionómero de vidro, os cimentos de óxido zinco-eugenol e o próprio sistema adesivo. Devemos ter em conta que os requisitos necessários para um agente de protecção ideal são: promover isolamento térmico e elétrico, apresentar efeito antibacteriano, apresentar adesividade às estruturas dentárias, ser biocompatível e estimular as funções biológicas da pulpa, de modo a favorecer a

formação de dentina terciária reacional, apresentar efeito remineralizante e contribuir para a dentinogénese, preservar a vitalidade da polpa e dos tecidos circundantes, não provocar alteração de cor e solubilidade do material quando exposto aos fluidos da cavidade oral, e prevenir a infiltração bacteriana na margem das restaurações.

Reis e Loguércio (2007) consideram que existem três grupos de agentes de protecção indirecta do órgão pulpo-dentinário para selamento, forramento e utilizados como base.

Os materiais para selamento, constituídos por vernizes e sistemas adesivos, apresentam-se na forma líquida, sendo aplicados sobre as paredes de cavidades pouco profundas e médias, onde se observa grande espessura de dentina remanescente, existindo a formação de películas até 0,05mm (Freires & Cavalcanti, 2011). Devido ao alto poder de escoamento, Ritter e Swift Jr. (2003), consideram que também os selantes podem ser utilizados em substituição dos vernizes cavitários, prevenindo a infiltração marginal.

Os materiais utilizados como base têm apresentação comercial, geralmente, na forma de pó e líquido, os quais após manipulação, adquirem consistência espessa, mais resistente e menos fluída, sendo aplicados em camadas superiores a 1mm. As bases são representadas principalmente pelos cimentos de ionómero de vidro e cimentos de óxido zinco-eugenol, que servem de infra-estrutura para restaurações definitivas de cavidades médias a profundas, sendo aplicados sobre uma espessura média de dentina remanescente entre 0,5 e 1,5mm ou sobre materiais forradores como é o exemplo do hidróxido de cálcio, devido à elevada solubilidade e fraco poder de selamento que apresenta. A função principal deste tipo de materiais é o isolamento mecânico, físico, térmico, químico e elétrico do tecido pulpar, de modo a proporcionar um preparo cavitário ideal para cavidades profundas (Freires & Cavalcanti, 2011).

Os forradores cavitários (*linners*) são utilizados nas regiões mais profundas de cavidades classificadas como muito profundas, nas quais a espessura do remanescente dentinário é igual ou inferior a 0,5mm, sendo necessária a aplicação de um material protector entre a base e o tecido dentinário. São utilizados no selamento dos túbulos dentinários, na redução da permeabilidade dentinária e para protecção dos efeitos tóxicos do material restaurador. Nestes materiais incluem-se os cimentos e pastas de hidróxido de cálcio e o MTA (Freires & Cavalcanti, 2011).

Existem diversos protocolos, no entanto consideramos que o definido por Rodd, Waterhouse, Fuks, Fayle e Moffat (2006) é o mais adequado, consistindo em:

1. Anestesia local.
2. Isolamento absoluto com dique de borracha.
3. Remoção da lesão de cárie da junção amelo-dentinária.
4. Remoção cuidadosa da dentina cariada em profundidade utilizando escavadores de dentina ou contra-ângulo a baixa rotação, com especial cuidado na região mais profunda e directamente sobre a polpa, de forma a evitar que ocorra exposição pulpar (Pictograma 1 da Figura 13).
5. Colocação de um material de revestimento pulpar como o MTA ou o hidróxido de cálcio, sendo que este devido à elevada solubilidade que apresenta, necessita de ser seguidamente protegido por cimento de ionómero de vidro reforçado com resina ou IRM (Pictograma 2 da Figura 13).
6. Restauração definitiva de forma a promover um bom selamento coronário (Pictograma 3 da Figura 13).

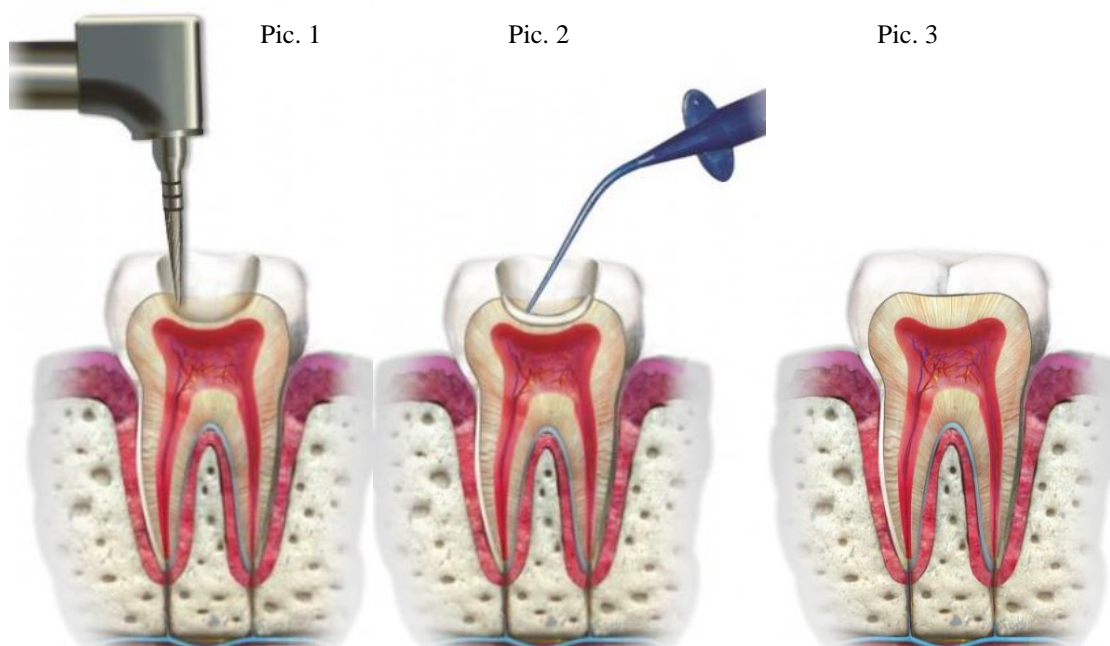


Figura 13 - Protecção pulpar indirecta com MTA (Cerkamed®, 2013)

Segundo estes mesmos autores, a taxa de sucesso é superior a 90%, existindo ausência de sintomas ou patologia, com um follow-up de 3 anos.

A utilização de cimentos de ionómero de vidro, óxido zinco-eugenol ou de MTA apresenta a vantagem adicional de inibição da actividade cariogénica das bactérias, uma vez que estes materiais têm propriedades antibacterianas. No caso específico do MTA existem ainda mais vantagens na sua utilização pelas propriedades importantes que apresenta como a elevada biocompatibilidade, elevado poder de dentinogénese, formando dentina terciária, alto poder anti-inflamatório, bom selamento e solubilidade baixa (Roberts et al., 2008).

Camp (2008) referiu que o MTA comparado com o hidróxido de cálcio produzia uma maior ponte de dentina restauradora num espaço de tempo mais curto, com significativamente menos inflamação e menos probabilidade de necrose pulpar.

Whiterspoon (2008), referiu que o MTA é actualmente o melhor para ser usado em tratamentos em que a polpa se mantém com vitalidade. Comparado com o hidróxido de cálcio, o MTA apresenta um melhor e maior poder de selamento, estimulando a produção de dentina terciária de elevada qualidade. Referindo ainda que o MTA é um bom substituto do hidróxido de cálcio neste tipo de tratamentos, tendo vindo a demonstrar uma elevada taxa de sucesso em estudos a médio-longo prazo.

Leye, Gaye, Kane, Benoist e Farge realizaram em 2012 um estudo onde se avaliaram 60 dentes com protecções pulpares indirectas efectuadas com hidróxido de cálcio e MTA, cujas medições da espessura de dentina terciária formada foram realizadas em intervalos de tempo regulares de 3 e 6 meses. Após os 3 meses a taxa de sucesso do MTA foi de 93% e 73% para o hidróxido de cálcio, após 6 meses 89,6% para o MTA e novamente 73% para o hidróxido de cálcio, concluindo que o MTA promove mais rápida e eficazmente a formação de dentina terciária em relação ao hidróxido de cálcio.

2. Directa

O principal objectivo da protecção pulpar é manter o tecido pulpar coronário e radicular saudáveis, sendo necessário que o tecido pulpar exposto à cavidade oral seja

protegido para se preservar a sua vitalidade e prevenir patologias periapicais. A protecção pulpar consiste num método de tratamento em que a polpa exposta, por iatrogenia ou devido a lesões de cárie, é recoberta por um material biocompatível, permitindo a sua cicatrização e mantendo a vitalidade pulpar (Accorinte et al., 2008).

Deste modo, actualmente os objectivos da terapia restauradora vão além do restabelecimento da forma e da função dentária, de modo a minimizar a sensibilidade pós-operatória e preservar a vitalidade pulpar (Freires & Cavalcanti, 2011).

Têm indicação para protecções pulpares dentes assintomáticos com uma polpa vital sem contaminação, mas com uma exposição pulpar traumática ou mecânica pequena (menor que 1 mm), sem evidências radiográficas de lesão periapical, com testes de sensibilidade/vitalidade positivos, sem hemorragia ou com pequena hemorragia em que a hemostase é conseguida (Hargreaves, Cohen & Berman, 2010).

No caso da polpa estar afectada pela lesão de cárie a protecção pulpar directa não é recomendada, uma vez que diversos estudos têm mostrado que o potencial de recuperação é baixo devido à contaminação bacteriana (Fuks, 2008).

O tratamento das exposições pulpares tem sido um pouco controverso, existindo diversas abordagens defendidas por vários especialistas. As protecções pulpares e as pulpotomias em dentes com exposições pulpares de origem traumática têm apresentado taxas elevadas de sucesso, enquanto que os tratamentos em exposições pulpares devido a lesões de cárie não têm sido tão bem sucedidos. Esta diferença relaciona-se com o estado pulpar no momento do tratamento. As protecções pulpares em polpas saudáveis apresentam elevadas taxas de sucesso, enquanto que em polpas inflamadas os resultados são menos previsíveis e apresentam menores taxas de sucesso (Trope, 2008).

Vários são os factores que afectam este processo e que têm sido descritos como determinantes para o sucesso do tratamento, incluindo a idade, o estado periodontal, o estadio de formação radicular, o tamanho da exposição, a causa da exposição (traumática, mecânica ou cariogénica) e a contaminação bacteriana (Bogen, Kim & Bakland, 2008).

A protecção pulpar pode ser efectuada meramente como um simples recobrimento/capeamento ou após curetagem ou pulpotomia. O plano de tratamento é baseado no biótipo do paciente, no defeito a ser restaurado, na lesão efectuada à polpa, no material e técnicas a serem utilizadas (Freires & Cavalcanti, 2011).

Segundo Freires e Cavalcanti (2011) alguns parâmetros devem ser considerados para o sucesso do tratamento:

1. Quanto ao procedimento operatório, deve-se:
 - a) Eliminar o estímulo agressor;
 - b) Controlar a hemorragia;
 - c) Promover a assepsia e a desinfecção.
2. Escolher o material correcto para execução da protecção pulpar, capaz de promover uma resposta reparadora da lesão.
3. Elaborar uma boa restauração de modo a impedir a infiltração marginal de bactérias a médio/longo prazo.

Assim sendo, segundo Rodd et al. (2006) o protocolo a seguir é:

1. Anestesia local
2. Isolamento absoluto com dique de borracha
3. Aplicação de água ou solução salina suavemente com uma bolinha de algodão ou compressa, para estancar alguma eventual hemorragia pulpar (Pictograma 2 e 3 da Figura 14)
4. Aplicação de hidróxido de cálcio ou MTA e remover o excesso (Pictograma 4 e 5 da Figura 14)
5. Cobrir com ionómero de vidro (Pictograma 6 da Figura 14)
6. Restauração definitiva de forma a promover um bom selamento coronário (idealmente uma restauração adesiva ou uma coroa metálica pré-formada)

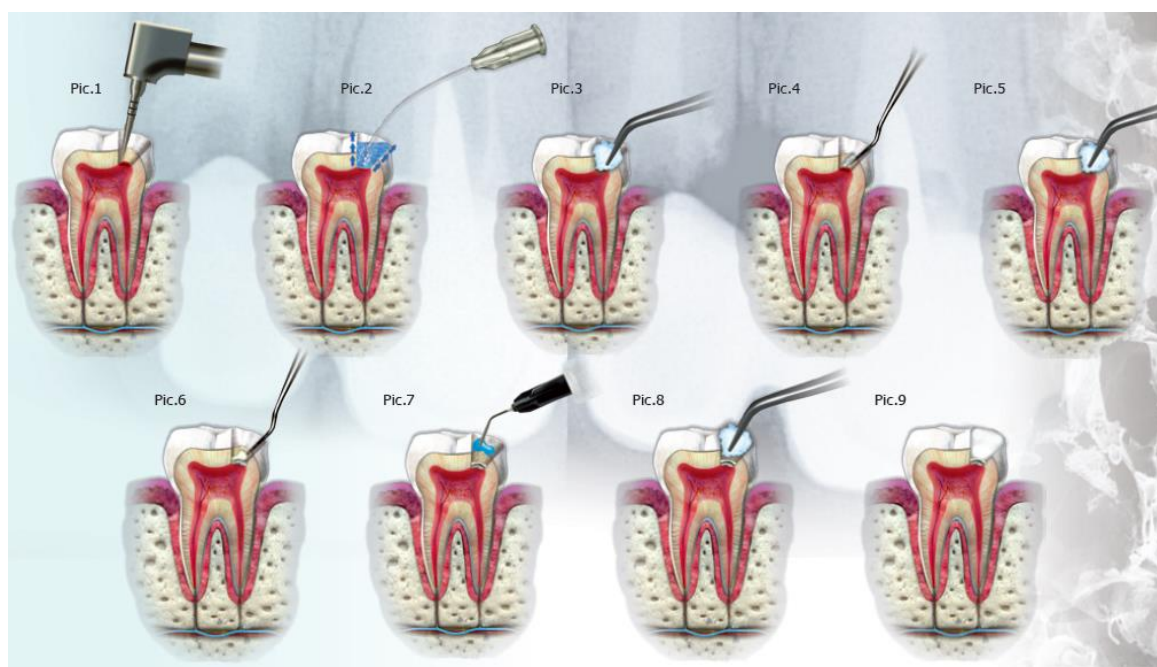


Figura 14 –Protocolo da protecção pulpar directa com MTA (Cerkamed®, 2013)

Segundo os mesmos autores, Rodd et al. (2006), o prognóstico das protecções pulpares directas em dentes decíduos é geralmente reservado/mau. Igualmente os autores Tuna e Olmez (2008) referem que a taxa de sucesso deste tratamento em dentes decíduos é baixa, estando por isso contra-indicado. No entanto, Ingle (2009) afirma apenas que o sucesso da protecção pulpar directa é maior nos adultos que nas crianças.

Fuks (2008) refere que não é recomendado efectuar-se protecção pulpar num dente decíduo exposto devido a uma lesão de cárie, mas que este tratamento pode ser feito com sucesso num dente permanente imaturo. O tratamento pulpar conservador de protecção pulpar directa deve ser encarado com algumas reservas em dentes decíduos. No entanto, o autor defende que este tratamento poderá ser recomendado em exposições pulpares em crianças um pouco mais velhas, que estejam 1 ou 2 anos perto da esfoliação normal do dente visado. Nestas crianças o insucesso do tratamento não implicará a necessidade de colocação de um mantedor de espaço após extracção, como seria necessário em crianças mais jovens.

Freires e Cavalcanti (2011) referem que os requisitos necessários para um agente de protecção ideal consistem em promover isolamento térmico e eléctrico, apresentar efeito antimicrobiano, apresentar adesividade às estruturas dentárias, ser biocompatível

e estimular as funções biológicas da polpa, de modo a favorecer a formação de dentina reacional/terciária, apresentar efeito remineralizante e contribuir para a dentinogénese, preservar a vitalidade da polpa e dos demais tecidos dentários, não provocar alteração de cor da coroa dentária e não sofrer solubilidade quando em contacto com os fluidos orais, prevenindo a infiltração microbiana.

Antigamente a colocação de medicação ou de um material restaurador directamente em contacto com a exposição pulpar após a remoção de uma lesão de cárie, era algo controverso, sendo aconselhado o tratamento endodôntico convencional (Bogen et al., 2008). No entanto têm havido evidências da viabilidade e sucesso do tratamento de protecção pulpar, uma vez que várias investigações demonstraram que a polpa dentária exposta tem a capacidade de recuperar quando a micro-infiltração e a contaminação bacteriana são prevenidas. Assim sendo, diante a diversidade de materiais e técnicas que podem ser utilizadas, é necessário que o material eleito para ser utilizado como protector pulpar seja biocompatível, providencie um selamento biológico e previna a infiltração bacteriana (Correia, 2010).

Esta ideia é igualmente suportada por Torabinejad e Chivian (1999) que investigaram vários materiais segundo a sua biocompatibilidade na polpa de macacos, com ou sem posterior selamento com cimento de óxido zinco-eugenol. Concluíram que a regeneração da exposição pulpar não depende do material de protecção pulpar utilizado, mas sim da capacidade do material na prevenção da micro-infiltração bacteriana.

Trope (2008) refere igualmente, que é essencial que exista um bom selamento coronal sobre o tratamento pulpar efectuado, sendo considerado mais importante que o material utilizado sobre a polpa.

Uma vez que o MTA tem mostrado ter bom selamento, prevenindo a micro-infiltração bacteriana e um elevado nível de biocompatibilidade, este tem sido utilizado como biomaterial nas protecções pulpares directas, tendo sido observado que estimula a formação da ponte de dentina adjacente à polpa dentária.

Os materiais frequentemente utilizados devido às propriedades mecânicas e biológicas são o cimento de ionómero de vidro, o hidróxido de cálcio e o MTA, os quais podem ser empregues em diferentes situações clínicas, quer como material de protecção pulpar directa, quer como base de restaurações definitivas. Os materiais e as técnicas

utilizadas na protecção do complexo pulpo-dentinário devem auxiliar na prevenção da micro-infiltração, no selamento dos túbulos dentinários, no isolamento térmico, químico e físico do tecido pulpar, no estímulo à regeneração pulpar e na redução da sensibilidade pós-operatória. A escolha do material de protecção a utilizar depende também da espessura de dentina remanescente, das propriedades mecânicas e biológicas do material protector e da técnica utilizada nas restaurações definitivas (Freires & Cavalcanti, 2011).

Segundo Ingle (2009) o óxido zinco-eugenol não tem apresentado sucesso quando utilizado como material de protecção pulpar directa.

Muitos estudos realizados indicaram o hidróxido de cálcio como o *gold standard* para a realização de protecções pulpares. No entanto ao longo dos anos, muitas desvantagens têm sido atribuídas a este material, como a presença de túneis na barreira dentinária formada, formação extensa de dentina terciária obliterando a polpa coronária, grande solubilidade perante os fluidos orais, falta de adesão e degradação após ataque ácido (Correia, 2010).

Segundo Bogen et al. (2008) o hidróxido de cálcio é de facto uma possibilidade para o tratamento das exposições pulpares, uma vez que promove a formação de dentina reacional, no entanto, estudos a longo prazo têm mostrado que os resultados são variáveis e um tanto imprevisíveis. Não promove uma boa adaptação à dentina, nem a diferenciação efectiva dos odontoblastos e tem evidenciado alguma citotoxicidade.

Parirokh e Torabinejad (2010) afirmam que o MTA pode ser utilizado eficazmente e com elevada taxa de sucesso para protecções pulpares directas de molares decíduos.

Tuna e Olmez (2008) numa investigação clínica em molares decíduos com tratamentos de protecção pulpar com hidróxido de cálcio e MTA observaram sucesso clínico e radiográfico após 24 meses para ambos os materiais.

Caicedo et al. (2006) num estudo que realizou obteve boas respostas pulpares para tratamentos de protecção pulpar directa e para pulpotomias com MTA, concluindo que o MTA poderia ser um material favorável para a utilização em protecções pulpares e pulpotomias de dentes decíduos.



Figura 15 – Protecção pulpar directa com MTA num 46 imaturo

a) Radiografia pré-operatória onde é visível uma lesão de cárie extensa. b) Radiografia após protecção pulpar directa com MTA. c) Radiografia de controlo após 5,5 anos, em que é visível a completa formação radicular (Srinivasan, Waterhouse & Whitworth, 2009).

No entanto, os autores Parirokh e Torabinejad (2010) afirmam que são necessárias mais investigações de forma a suportar o uso do MTA como protector pulpar nos dentes decíduos.

O MTA tem sido proposto como um potencial material e medicamento para utilização em protecções pulpares em casos de pulpite reversível devido à excelente biocompatibilidade que apresenta. Em comparação com o hidróxido de cálcio, o MTA é considerado muito superior devido à reacção tecidual que origina e à qualidade e quantidade da ponte de dentina formada. Nas protecções pulpares com MTA é possível verificar-se mais rapidamente a formação da ponte de dentina, em cerca de uma semana após a protecção pulpar, aumentando francamente em comprimento e espessura da

mesma nos 3 meses seguintes, enquanto que com o hidróxido de cálcio a ponte de dentina formada é menos consistente e apresenta defeitos em túnel (Rao et al., 2009).

Accorinte et al. (2009) efectuaram um estudo sobre a resposta histomorfológica da polpa dentária humana após protecção pulpar com MTA e hidróxido de cálcio, observando após 30 e 60 dias que em ambos os grupos houve uma boa formação de tecido duro e uma razoável reposta inflamatória. No entanto, no grupo em que o hidróxido de cálcio foi utilizado houve uma menor resposta em relação à formação de ponte de dentina terciária em comparação com o grupo em que foi empregue MTA. No entanto, apesar da regeneração pulpar ser mais lenta com o hidróxido de cálcio, concluiu-se que ambos os materiais tiveram sucesso quando utilizados como protectores pulpares em dentes humanos.

Segundo Rao et al. (2009), verificou-se num estudo comparativo entre estes dois materiais a formação de uma ponte de dentina de 0,28 mm de espessura após 2 meses, aumentando para 0,43 mm após 6 meses, com a utilização do MTA. Enquanto com o hidróxido de cálcio a espessura de dentina formada foi apenas de 0,15 mm após 6 meses. No entanto, estudos de follow-up indicam não existir diferenças significativas entre os dois materiais.

Embora ambos os materiais referidos sejam alcalinos, existe uma grande diferença na reacção tecidular que estes materiais provocam. O hidróxido de cálcio está associado à necrose tecidular e inflamação durante o período inicial após a colocação, enquanto o MTA não provoca reacção inflamatória ou necrose do tecido pulpar adjacente ao material. Deste modo o tecido pulpar cicatriza mais rápido com o MTA do que com a aplicação de hidróxido de cálcio (Rao et al., 2009).

Quando o MTA surgiu foi realizado um estudo por Ford, Torabinejad, Abedi, Bakland e Kariyawasam (1996) em que foram examinadas as repostas pulpares à aplicação de MTA e hidróxido de cálcio como protectores pulpares em 12 dentes de macacos. Após 5 meses não foi observada inflamação pulpar em 5 dos 6 dentes que sofreram tratamento com MTA e os 6 dentes tinham uma ponte de dentina completamente formada. Em oposição, todos os dentes tratados com hidróxido de cálcio apresentavam inflamação pulpar e formação de ponte de dentina em apenas 2 dentes, concluindo os autores que o MTA tem potencial para ser um bom protector pulpar directo.

Segundo Roberts et al. (2008) o GMTA tem sido comparado com o hidróxido de cálcio na sua função de material e medicamento utilizado como protector pulpar em macacos. Tem-se verificado que o GMTA apresenta boa resposta tecidular com poucas reacções de inflamação, é responsável pela estimulação da formação de uma camada fina e contínua de ponte dentinária após cerca de 5 meses da aplicação. Em relação ao hidróxido de cálcio, apenas cerca de um terço das amostras tratadas com hidróxido de cálcio apresentavam a formação da ponte dentinária e verificou-se severa inflamação tecidular em todas as amostras, sendo que cerca de 75% das amostras apresentavam infecção bacteriana e inflamação crónica pulpar.

Leye et al. (2012) obtiveram uma taxa de sucesso mais elevada após 3 meses no grupo em que foi aplicado o MTA, relativamente ao grupo em que foi aplicado hidróxido de cálcio. No entanto, após 6 meses, não verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, porém, os autores referem que são necessárias investigações histológicas adicionais.

Mente et al. (2010) concluíram que o MTA aparenta ser mais eficiente que o hidróxido de cálcio quando utilizado com o intuito da manutenção da vitalidade pulpar a longo-prazo em protecções pulpares directas.

Num outro estudo dos mesmos autores (Roberts et al., 2008) em caninos de macacos, verificou-se que tanto o WMTA como o GMTA quando usados como materiais protectores pulpares originavam a formação de uma ponte calcificada de dentina terciária com apenas ligeira reacção inflamatória. O GMTA induzia a formação de uma matriz de dentina após 3 semanas da aplicação. Enquanto o WMTA exibia uma ponte de neodentina após apenas 2 semanas da aplicação com uma relação ultraestrutural íntima observada entre o tecido pulpar e os cristais de WMTA.

Bogen et al. (2008) realizaram um estudo utilizando o MTA como protector pulpar em dentes imaturos com exposições pulpares devido a lesões de cárie, apresentando um quadro clínico de pulpíte reversível. Foram realizados follow-ups dos casos durante 9 anos e concluiu-se que a taxa de sucesso foi de 97,6%, baseado em testes de sensibilidade térmicos, observação clínica e radiológica, sendo que todos os dentes intervencionados apresentavam uma completa formação radicular.

Freires e Cavalcanti (2011) concluíram ainda que nos tratamentos com MTA, ou produtos equivalentes como o cimento de Portland, obtêm-se resultados mais

satisfatórios que com o hidróxido de cálcio, devendo ser o material de eleição para os procedimentos de protecção pulpar directa. O tratamento com MTA resulta em menor grau de inflamação, maior estímulo à regeneração tecidual e maior neoformação de dentina mineralizada. No entanto, afirmam que mais estudos prospectivos e de acompanhamento longitudinal são necessários, de modo a confirmar a eficácia e a efectividade desse material na protecção do complexo dentinopulpar.

Em semelhança, Bakland e Andreasen (2012), através de uma recente revisão sobre a substituição do hidróxido de cálcio pelo MTA, como o material de eleição para protecção pulpar directa, concluíram que devido à falta de estudos a longo prazo, são necessários ensaios clínicos e mais investigações com alto nível de evidência científica.

b) Pulpotomia

A pulpotomia em dentes decíduos é o tratamento indicado nos casos em que a lesão de cárie provoca inflamação pulpar limitada à polpa coronária sem afectar a polpa radicular. O objectivo deste procedimento clínico é a conservação da vitalidade da polpa radicular, mantendo assim o dente assintomático para que cumpra as funções de mastigação, estética, fonética e manutenção de espaço até à sua esfoliação fisiológica. Um dos principais factores de fracasso do tratamento de pulpotomia de molares temporários é o mau diagnóstico do estado da polpa radicular, em que se considera saudável uma polpa que já se encontra afectada (Correia, 2010).

A pulpotomia representa a técnica com maiores índices de sucesso entre os tratamentos conservadores da polpa. É um tratamento pulpar conservador que consiste na remoção total da polpa coronária inflamada com curetas afiadas, e protecção do remanescente radicular com material de protecção pulpar. Consiste num tratamento comumente preconizado em dentes decíduos vitais assintomáticos ou com pulpite reversível ou em dentes jovens definitivos principalmente antes do término da formação apical, quando ocorre exposição pulpar, por cárie dentária ou traumatismo (Freires e Cavalcanti, 2011).

É claramente a técnica mais utilizada em exposições pulpares devido a lesões de cárie em dentes decíduos ou dentes definitivos imaturos (Ingle, 2009).

Pelliccioni et al. (2004) afirmam que a escolha do tratamento conservador ou radical da polpa dentária baseia-se no aspecto clínico que, para um tratamento conservador deve ter hemorragia de cor vermelha-viva e resistência à acção da cureta.

Este tipo de tratamento tem ganho destaque na odontopediatria uma vez que a manutenção da dentição decídua é fundamental para o desenvolvimento de uma boa oclusão, dado que os dentes decíduos mantidos em condições funcionais no arco dentário até à esfoliação fisiológica previnem hábitos deletérios e asseguram o desenvolvimento do crescimento facial correcto (Neto, 2013).

Freires e Cavalcanti (2011) enumeram como vantagens alguns resultados práticos para a realização de pulpotomias, entre os quais:

- **Profilático:** a permanência da polpa viva e sadia é certeza de saúde peri-apical;
- **Biológico:** permite a complementa formação radicular em dentes jovens, cujas polpas foram atingidas pela evolução de lesões de cárie, traumatismos dentários, etc.;
- **Técnico:** tratamento mais rápido e tecnicamente mais fácil diante de dificuldades cirúrgicas intransponíveis, como a complexa anatomia interna;
- **Económico:** a pulpotomia é rápida e menos dispendiosa do que o tratamento endodôntico radical.

São contra-indicações para pulpotomia sempre que se observem as seguintes situações (Ravel, 2005):

- Fístula ou edema
- Coroa não restaurável
- Ausência de hemorragia ou hemorragia abundante em que não se consegue hemóstase
- Sensibilidade evidente à percussão
- Mobilidade
- Imagens radiotransparentes ao nível da furca ou ao nível perirradicular
- Dor espontânea, principalmente à noite
- Polpa necrótica
- Calcificações pulpaes

Neto (2013) refere que as técnicas de pulpotomia variam de acordo com os materiais de protecção pulpar utilizados e Correia (2010) refere que os materiais utilizados variam de acordo com os objectivos do tratamento. As pulpotomias poderão ter como objectivos a mumificação pulpar (formocresol), preservação com desvitalização mínima (sulfato férrico) e regeneração e reparação dos tecidos (hidróxido de cálcio e MTA).

O protocolo segundo Rodd et al. (2006) é:

1. Anestesia local.
 2. Isolamento absoluto com dique de borracha.
 3. Remoção da lesão de cárie.
 4. Remoção completa do tecto da câmara pulpar (Figura 16- A).
 5. Remoção da polpa da câmara coronária com uma cureta afiada ou uma broca esférica (Figura 16- B).
 6. Atingir a hemostase da polpa radicular pela aplicação de uma bola de algodão esterilizado embebida em solução salina, normalmente NaOCl, devendo a hemostase ser atingida ao fim de cerca de 4 minutos.
 7. Selecção do medicamento/material para aplicação directa sobre a polpa radicular, mais comunmente entre os seguintes:
 - Solução de sulfato de ferro a 15,5% aplicado com um microbrush durante 15 segundos para atingir hemostase, seguido de lavagem e secagem.
 - Formocresol a 20% (1:5) aplicado numa bola de algodão durante 5 minutos para atingir-se a fixação superficial tecidular (Figura 16- C).
 - MTA aplicado sobre a polpa radicular através de aplicadores próprios.
 - Hidróxido de cálcio aplicado directamente sobre a polpa radicular.
- Em casos em que a hemorragia pulpar é incontrolável, é necessário considerar uma solução alternativa como o tratamento endodôntico ou extracção.
8. Aplicação de revestimento/forro (se apropriado) como cimento de ionómero de vidro reforçado ou cimento de óxido zinco-eugenol.

9. Restauração definitiva que proporcione um selamento coronário externo óptimo. Idealmente deve ser aplicada uma coroa metálica (Figura 16- D).

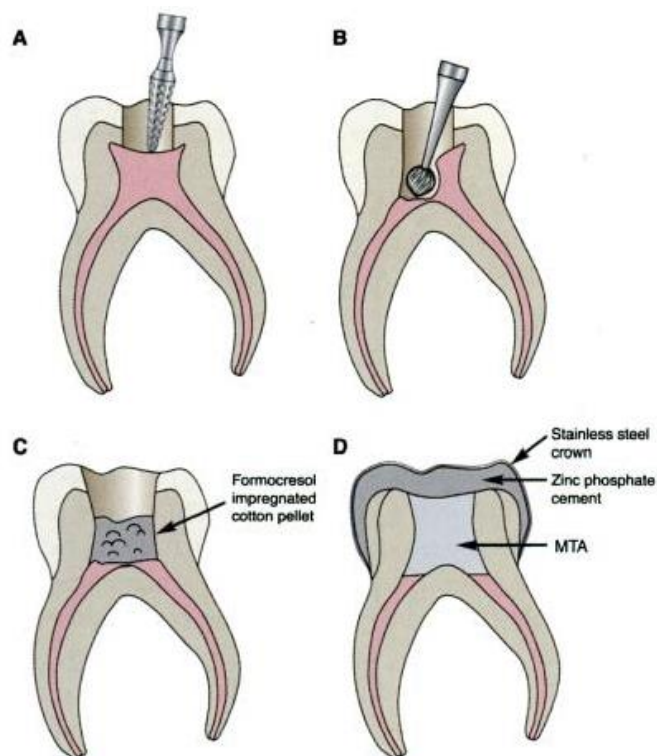


Figura 16 – Protocolo da pulpotomia com MTA (Ingle, 2009)

O formocresol tem sido um material e medicamento muito popular utilizado nas pulpotomias de dentes decíduos nos últimos 70 anos. Desde a sua introdução em 1932 por Sweet, é considerado um dos materiais mais conhecidos e escolhidos para tratamento pulpar em dentes decíduos, tendo uma acção mumificante sobre o tecido pulpar. Segundo Caicedo et al. (2006) o formocresol é o material mais popular, uma vez que é utilizado por cerca de 92,4% dos odontopediatras e endodontistas, seja na forma pura ou em solução diluída, variando o grau de diluição.

No entanto, têm surgido algumas preocupações sobre a sua utilização em dentes humanos, principalmente devido à citotoxicidade e carcinogenicidade. A Agência Internacional de Pesquisa para o Cancro em 2004 classificou o formaldeído como um

agente carcinogénico, sugerindo que se utilizassem materiais alternativos ao formocresol. Em alguns países este já não é utilizado, sobretudo por uma questão de precaução e segurança. Porém há autores que defendem que o formaldeído em condições de baixa exposição não é carcinogénico, como quando é utilizado em Odontopediatria para tratamento pulpar (Fuks, 2008).

Fuks (2008) afirma que nenhuma correlação foi alguma vez demonstrada entre as pulpotomias com formocresol e o cancro. No entanto, segundo o autor alguns estudos revelam que o sucesso das pulpotomias com formocresol decresce com o tempo e a resposta histológica da polpa dos dentes decíduos varia desde inflamação crónica a necrose.

Actualmente há vários materiais e medicamentos que têm sido propostos para serem utilizados em pulpotomias para a manutenção da vitalidade da polpa radicular e que podem ser utilizados como alternativas ao formocresol em pulpotomias de dentes decíduos. Os materiais e as técnicas propostas incluem: hidróxido de cálcio, sulfato de ferro, MTA, hipoclorito de sódio, electrocirurgia, laser, glutaraldeído, proteína osteogénica, proteína óssea morfogenética (Fuks, 2008). Markovic, Zivojinovic e Vucetic (2005) acrescentam ainda a utilização de óxido zinco-eugenol, Kripaste, Ledermix, factores de crescimento e paraformaldeído. No entanto, Shayegan, Petein e Abbeele (2008) referem que mais estudos clínicos e histológicos são necessários para avaliar o uso da electrocirurgia, laser, proteína osteogénica e proteína óssea morfogenética em pulpotomias de dentes decíduos.

Entre as alternativas, o glutaraldeído e o sulfato de ferro são relativamente bem conhecidos. O glutaraldeído tem sido apresentado como uma potencial alternativa ao formocresol uma vez que tem baixa toxicidade, baixa antigenicidade e melhores propriedades de fixação. Porém, não foi ainda reconhecido como uma alternativa apropriada, com menor efeito tóxico e o mesmo sucesso clínico que o formocresol. O sulfato de ferro, por outro lado, é largamente utilizado como agente hemostático na medicina dentária. São vários os estudos que recomendam a sua utilização como medicamento em pulpotomias de dentes decíduos (Shayegan et al., 2008).

No entanto, apesar da controvérsia relacionada com a utilização do formocresol, este é geralmente o medicamento de controlo utilizado na maioria dos estudos, pois ainda é considerado por muitos autores o “*gold standard*” para a terapia pulpar de dentes decíduos (Srinivasan & Jayanthi, 2011).

O hidróxido de cálcio, embora tenha sucesso no tratamento de tecido pulpar saudável, quando utilizado em pulpotomias de dentes temporários tem sido associado a reabsorções internas, não estando por isso recomendado para ser utilizado neste procedimento (Correia, 2010).

Caicedo et al. (2006) referem que muitos investigadores concordam que o hidróxido de cálcio promove a formação de pontes dentinárias, no entanto, têm sido reportados muitos defeitos nestas pontes, permitindo que fluídos e bactérias se infiltrem, desenvolvendo irritações pulpares, reabsorções internas e em última instância a perda do dente.

O sulfato de ferro ganhou alguma popularidade como substituto do formocresol e hidróxido de cálcio em pulpotomias, uma vez que apresenta baixa toxicidade e ausência de efeitos sistémicos adversos, podendo ser considerada segura a sua utilização. A maior parte dos estudos apenas avaliaram este material clínica e radiologicamente, concluindo que existiram respostas favoráveis comparadas com as obtidas com o formocresol. No que diz respeito à evidência histológica a inflamação tecidular foi moderada e apenas pontualmente se verificou necrose pulpar (Caicedo et al., 2006).

Em dentes decíduos o MTA tem sido utilizado em pulpotomias, como alternativa ao formocresol. Após várias investigações, quer em animais quer em humanos, foi concluído que o MTA constitui uma boa alternativa ao formocresol na realização de pulpotomias (Correia, 2010).

Este material, atraiu as atenções na Odontopediatria para utilização em pulpotomias devido ao excelente poder de selamento, biocompatibilidade e a capacidade de estimular a formação de tecido duro. Além disso, parece ter taxas de sucesso clínico e radiográfico mais elevadas a longo prazo em comparação com o formocresol (Shayegan et al., 2008).

O MTA tem revelado resultados favoráveis quando aplicado em pulpotomias, devido à elevada biocompatibilidade quando colocado em contacto com os tecidos pulpares, estimulando a regeneração do tecido pulpar e formação de ponte dentinária, e devido ao elevado poder de selamento que apresenta e que previne que ocorra micro-infiltração. É possível realizar o tratamento numa única sessão, o que é extremamente

vantajoso nas crianças, embora seja de aplicação difícil, demorando cerca de quatro horas a tomar presa e pode ainda alterar a cor do dente tratado (Caicedo et al., 2006).

No entanto a desvantagem estética do MTA não se aplica à Odontopediatria, uma vez que todos os dentes decíduos após pulpotomias devem ser restaurados com coroas de aço, mascarando a coloração associada à utilização do Gray MTA (Coelho, Canta & Marques, 2005).

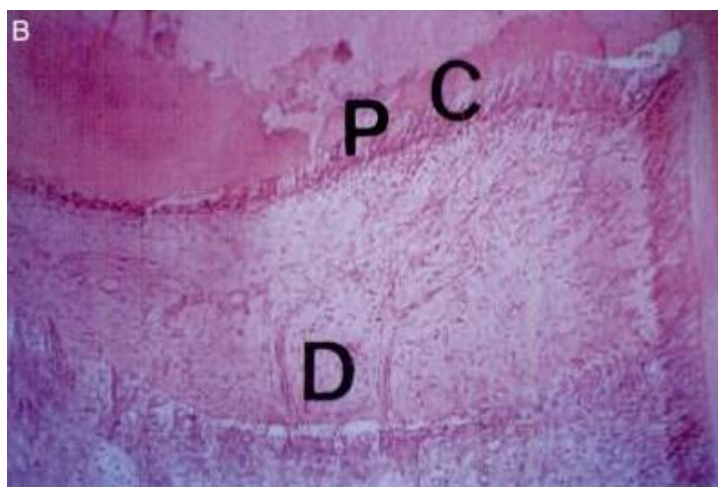


Figura 17 – Imagem histológica após uma pulpotomia com MTA

P e C representam os remanescentes do MTA no local da pulpotomia. É de notar a formação de odontoblastos imediatamente por baixo, bem como a formação de neodentina (D). (Ingle, 2009)

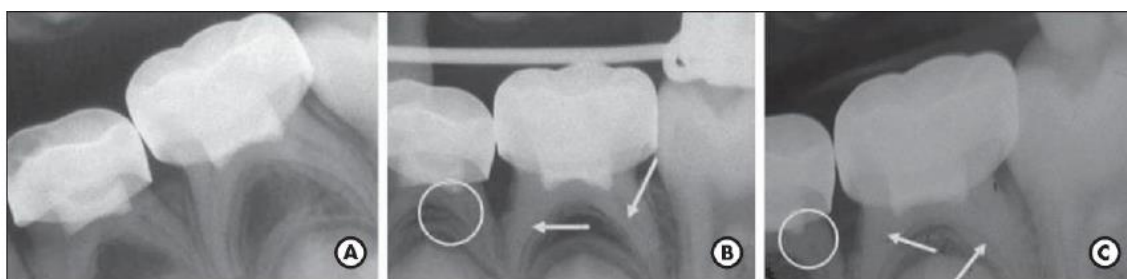


Figura 18 – Radiografias dos dentes 74 e 75 após pulpotomia com MTA

A – 12 meses após pulpotomia com MTA. B – 36 meses após pulpotomia com MTA. C – 42 após pulpotomia com MTA. Estes dentes não apresentam patologia. É visível a presença de ponte dentinária na raiz distal do primeiro molar (circunferência) e presença de estenose nas raízes do segundo molar (setas). (Maroto, Barbería, Vera & Godoy, 2006)

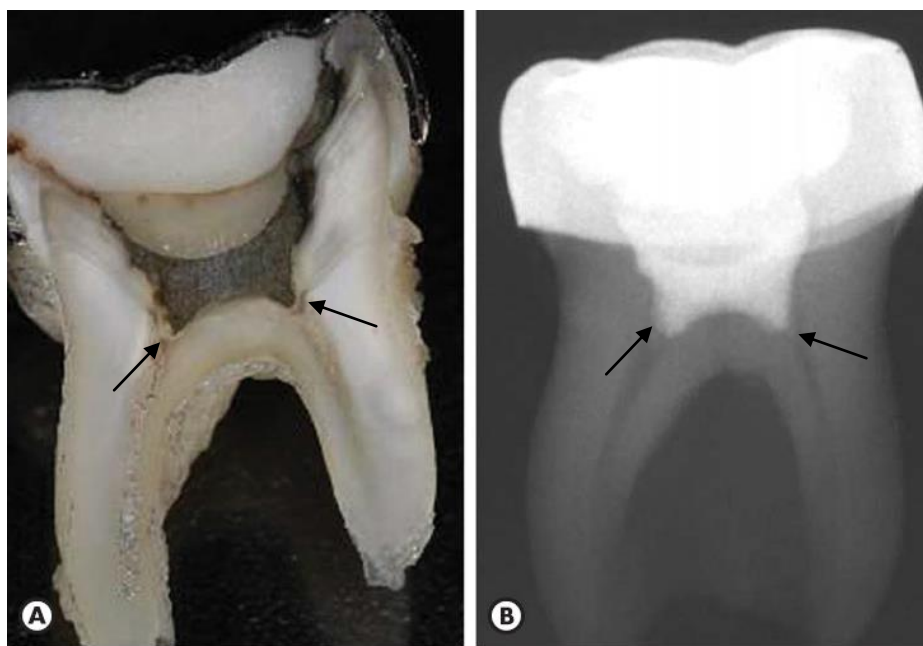


Figura 19 – Molar decíduo inferior extraído 30 meses após pulpotomia com MTA

A – Imagem clínica após secção vestibulo-lingual. É visível a formação da ponte de dentina em ambos os canais radiculares. B – Imagem radiográfica após secção vestibulo-lingual onde também é visível a formação da ponte de dentina em ambos os canais radiculares. (Maroto, Barbería, Vera & Godoy, 2006)

Moretti et al. (2008) compararam o hidróxido de cálcio, Gray MTA e formocresol como materiais de pulpotomia em molares decíduos, mostrando taxas elevadas significativas de insucesso em dentes tratados com hidróxido de cálcio. Em oposição, um outro estudo clínico e radiográfico a longo prazo realizado por Sonmez, Sari e Cetinbas (2008) não evidenciou diferenças significativas entre o hidróxido de cálcio, o MTA, o sulfato de ferro e o formocresol como agentes de pulpotomias.

Celik, Ataç, Cehreli e Uysal (2013) compararam dois tipos de White MTA com o hidróxido de cálcio em 139 dentes após pulpotomias, usando aleatoriamente ProRoot MTA®, MTA Angelus® ou hidróxido de cálcio, obtendo taxas de sucesso de 98%, 96% e 77%, respectivamente, concluindo que o ProRoot MTA® e o MTA Angelus® apresentaram resultados semelhantes e favoráveis quando utilizados como materiais de pulpotomia em molares decíduos.

Eidelman, Holan e Fuks (2001) efectuaram um estudo comparativo entre pulpotomias realizadas com MTA e com formocresol em dentes decíduos com

exposições por lesões de cárie, tendo concluído que o MTA demonstrou sucesso clínico e radiográfico como material de protecção após pulpotomia em dentes decíduos, sendo que este pode ser um material utilizado como substituto do formocresol.

Num outro estudo, Caicedo et al. (2006) em que se comparou também a aplicação do MTA com a do formocresol após pulpotomias em dentes decíduos com exposições pulparez provocadas por lesões de cárie, os dentes tratados com o MTA mostraram ter respostas clínicas e radiográficas mais favoráveis ao longo do tempo de 38 meses de follow-up, concluindo-se que o MTA pode ser recomendado como substituto do formocresol.

Igualmente a longo prazo, Holan, Eidelman e Fuks (2005) efectuaram um estudo comparativo ao longo de 74 meses, em que estudaram o efeito do MTA e do formocresol quando aplicados como materiais de protecção após pulpotomia em dentes decíduos com exposição pulpar por lesão de cárie, observando uma taxa de sucesso de 97% para o uso do MTA e 83% para o formocresol. Sendo que os autores concluíram que o MTA apresentou melhores taxas de sucesso clínicas e radiográficas a longo prazo em relação ao formocresol, afirmando que pode ser recomendado como substituto do formocresol e que contrariamente a este não apresenta reacções adversas.

Jabbarifar, Khademi e Ghasemi (2004) num estudo semelhante, obtiveram uma taxa de sucesso para o MTA de 93,7% e para o formocresol 90,2%, afirmando que a diferença na utilização dos dois materiais não é significativa e que o MTA pode ser um material alternativo à pulpotomia com formocresol em dentes decíduos.

Noorollahian (2008) também afirma que o MTA pode ser utilizado como um medicamento seguro para pulpotomias em dentes decíduos expostos por lesões de cárie e pode ser um substituto ao formocresol. Referindo que ultimamente o MTA tem sido utilizado como medicamento em pulpotomias de molares decíduos e que tem sido um material bastante bem sucedido.

Naik e Hegde (2005) referem não ter obtido insucessos clínicos e radiográficos após 1, 3 e 6 meses após pulpotomia com formocresol e MTA. Mas os autores notaram descoloração em 60% dos dentes tratados com MTA, no entanto esta situação não foi considerada problemática em dentes decíduos, uma vez que estes após pulpotomia são restaurados com uma metálica após pulpotomia.

Agamy et al. (2004) efectuaram ainda outro estudo que comparava clínica, radiológica e histologicamente o sucesso do Gray MTA, White MTA e formocresol como protectores após pulpotomia em dentes decíduos. Os resultados obtidos revelaram que ambos os tipos de MTA induziram com sucesso a formação de ponte de dentina, enquanto o formocresol induziu apenas a formação de uma fina camada de dentina. No entanto, de um modo geral o Gray MTA mostrou resultados superiores ao White MTA e ao formocresol, uma vez que os dentes tratados com Gray MTA apesar de demonstrarem igualmente uma ligeira reacção inflamatória, a arquitectura pulpar manteve-se semelhante com a polpa normal, havendo ainda preservação da camada de odontoblastos e uma delicada matriz fibrocelular.

Shayegan et al. (2008) num estudo histológico compararam cinco agentes de pulpotomias em dentes decíduos de porcos, avaliando a resposta inflamatória pulpar, a formação da ponte de dentina e a preservação normal da polpa dentária. Os resultados revelaram que o formocresol e o sulfato de ferro foram irritantes para o tecido pulpar, provocando maior resposta inflamatória que o betatricálcio, White MTA e White Portland Ciment. Estes três últimos materiais referidos revelaram elevada biocompatibilidade quando em contacto com o tecido pulpar e ainda que são mais eficazes que o formocresol ou sulfato férrico quando utilizados como materiais restauradores em pulpotomias de dentes decíduos.

Roberts et al. (2008) concluíram que o GMTA produziu a mesma reacção pulpar que duas preparações de cimento de Portland esterilizado que foram igualmente utilizadas como protector pulpar após pulpotomia em caninos de macacos, com a formação da ponte de dentina após 120 dias.

Salako et al. (2003) compararam a utilização do formocresol, sulfato férrico, bioactive glass (BAG) e MTA como materiais utilizados em pulpotomias de molares de ratos. Nos dentes em que se utilizou MTA observou-se a completa formação da ponte de dentina após 4 semanas da pulpotomia. Os autores concluíram que entre todos os materiais utilizados no estudo, o MTA provou ser o material ideal para pulpotomias em termos de formação da ponte de dentina e a preservação da arquitectura pulpar normal.

Witherspoon, Small e Harris (2006), afirmaram que o MTA poderia ser um útil substituto do hidróxido de cálcio em pulpotomias.

Souza Costa, Duarte, Souza, Giro, Hebling (2008) num estudo histológico compararam o hidróxido de cálcio e o Gray MTA como agentes de pulpotomia em dentes de cães, verificando que os dentes protegidos com hidróxido de cálcio demonstraram maior perda de vitalidade pulpar quando comparados com os protegidos com Gray MTA, atribuindo isto ao pH mais elevado inicialmente do hidróxido de cálcio e ao melhor poder de selamento do MTA. Os autores verificaram também que existia falta de formação de barreira de tecido duro mineralizado e sinais de discreta a moderada resposta inflamatória no tecido pulpar de amostras que continham bactérias na cavidade ou dentro da câmara pulpar.

Uma investigação realizada por Cannon, Cernigliaro, Vieira, Percinoto e Jurado (2008) em pré-molares de macacos salientou a importância de se efectuar um pré-tratamento com agentes antibacterianos nas polpas expostas contaminadas, antes do recobrimento com o MTA. Nesta experiência bolas de algodão embebidas em Ostoporin® foram colocadas sobre a polpa contaminada durante 5 minutos antes da colocação do MTA, tendo sido demonstrado que a polpa tratada com Ostoporin® demonstrava significativamente menos reacções inflamatórias que o grupo tratado apenas com o MTA ou com formocresol, sem a desinfecção prévia.

Segundo Fuks (2008) apesar do número considerável de estudos publicados sobre este assunto, falta evidência suficiente para se concluir qual a técnica mais apropriada para pulpotomias de dentes decíduos.

Em relação aos dentes permanentes, segundo Ingle (2009) quando uma pulpotomia é realizada em dentes permanentes imaturos, particularmente quando a raiz não se encontra completamente formada e os apéxes se encontram abertos, recomenda-se a utilização de formocresol em vez de hidróxido de cálcio ou MTA. Se o caso for mais gravoso e este tipo de intervenção mais conservadora não for permitido, é necessário realizar-se apexificação de forma a completar o crescimento radicular e promover o encerramento dos apéxes.

c) Pulpectomia

Técnica que se efectua em dentes não vitais ou com pulpite irreversível, removendo-se toda a polpa e seguidamente efectua-se o preenchimento dos canais radiculares com um cimento reabsorvível (Rodd et al., 2006).

O principal objectivo do tratamento endodôntico é a total eliminação de microorganismos do canal radicular e a prevenção da subsequente reinfecção. Isto é atingido através de uma limpeza cuidada e instrumentação, seguido de obturação do canal radicular (Praveenn et al., 2011).

Outros objectivos da pulpectomia de dentes decíduos são a promoção fisiológica da reabsorção radicular e a manutenção de espaço para o dente permanente que irá erupcionar (Ravel, 2005).

São indicações para pulpectomia em dentes decíduos (Ravel, 2005):

- Pacientes cooperantes
- Dentes com pouca probabilidade de se efectuar o tratamento pulpar vital conservador
- Importância na manutenção do espaço
- Ausência de reabsorção severa radicular
- Ausência de perda óssea circundante devido à infecção
- Possibilidade do dente ser restaurável

E contra-indicações (Ravel, 2005):

- Dentes não restauráveis
- Lesão perirradicular que se estende até ao gérmen do dente definitivo
- Reabsorção patológica de pelo menos um terço da raiz
- Reabsorção interna excessiva
- Abertura extensa ao nível do pavimento da câmara pulpar, na furca
- Doenças sistémicas como doença cardíaca congénita, hepatite, leucemia, doença reumática ou crianças com terapia corticosteroide prolongada ou imunodeprimidos

- Dentes decíduos com quistos dentígeros ou foliculares.

É um facto que a morfologia dos dentes decíduos, a reabsorção radicular fisiológica e a grande proximidade ao dente sucessor permanente são factores complicados neste procedimento e que devem ser tidos em consideração (Rodd et al., 2006).

É necessário que o material utilizado para a obturação de dentes decíduos seja reabsorvível em conjunto com a rizálise do dente decíduo (Rodd et al., 2006).

Com a obturação do canal radicular pretende-se obter um selamento hermético do mesmo, favorecendo a reparação apical e perirradicular após o tratamento endodôntico. Uma inadequada obturação pode resultar em micro-infiltração, levando a uma reacção periapical inflamatória crónica, comprometendo o sucesso do tratamento (Gomes-Filho et al., 2012).

Segundo Rifkin (1982) o material ideal para obturação após pulpectomia em dentes decíduos deve ter fácil reabsorção, propriedades antissépticas, não ser inflamatório e irritante para o gérmen do dente permanente subjacente, ter radiopacidade para visualização radiológica e fácil aplicação e remoção. Nenhum dos materiais frequentemente utilizados possui a totalidade deste conjunto de propriedades.

Os materiais que mais frequentemente têm sido utilizados na obturação de dentes decíduos são o hidróxido de cálcio e o óxido zinco-eugenol. Este último tem como grandes vantagens o facto de possuir acção anti-inflamatória e analgésica, no entanto apresenta reabsorção lenta, podendo deste modo levar a alteração da erupção do dente definitivo sucessor. Pode ainda provocar irritação dos tecidos periapicais, com eventual necrose do osso circundante e do cimento radicular. No que diz respeito ao hidróxido de cálcio, é fácil de aplicar, sendo reabsorvido ligeiramente mais rápido do que a raiz - acompanhando desta forma a risálise - apresenta radiopacidade e não tem efeito tóxico no dente definitivo sucessor (Praveen et al., 2011)

O'Sullivan e Hartwell (2001) afirmaram ter tido sucesso num caso de um paciente de 20 anos, em que utilizaram o MTA como material de obturação canalar num molar decíduo que não tinha sucessor permanente e como tal ficou retido. No entanto, o MTA não é de forma geral defendido para tal prática clínica, provavelmente devido ao elevado custo e à dificuldade de ser aplicado em canais relativamente estreitos. Além

disso, parece que a aplicação do MTA não reduziria o risco elevado de reabsorção radicular em pacientes jovens (Ahmed, 2014).

Outros estudos foram realizados utilizando o MTA como material obturador. Em 1999 Holland et al. compararam o ionómero de vidro com o MTA como obturadores em dentes de cães, concluindo que o MTA induz o encerramento do foramen apical pela deposição de novo cimento periodontal, com ausência de células inflamatórias após 6 meses. As amostras com ionómero de vidro apresentavam encerramento parcial do foramen apical e moderada resposta inflamatória ao redor dos tecidos periapicais.

Em 2007 Holland et al. examinaram a influência no extravasamento do material de obturação na porção apical e a resposta dos tecidos periapicais em dentes de cães após obturação com MTA. Os resultados mostraram que houve encerramento do ápex em 80% das amostras com tecido duro após 90 dias e houve a presença de células inflamatórias crônicas ao redor da maioria dos tecidos periapicais. Concluíram que é possível utilizar o MTA como material obturador, mas a sobreobturação com este material é possível que tenha um efeito adverso nos tecidos periapicais. Parirokh e Torabinejad (2010) referem que são necessários mais estudos para testar o MTA como material obturador.

Bogen e Kuttler (2009) concluíram que os dentes obturados com MTA aparentam um aumento da resistência à fratura, bem como um bom isolamento e neutralização face às bactérias presentes em alguns dentes infectados.

d) Perfurações

Uma das mais importantes causas de insucesso no tratamento endodôntico são as perfurações dentárias em diferentes locais, das quais as perfurações da furca são as que têm o pior prognóstico, constituindo uma das causas mais desafiantes de insucessos endodônticos. Estas perfurações conduzem a respostas inflamatórias nos tecidos periodontais envolventes, podendo causar destruição irreversível do ligamento periodontal ou mesmo a perda do dente (Haghgoo & Abbasi, 2013).

No processo de acesso endodôntico e localização dos canais radiculares podem ocorrer perfurações da coroa, na sua periferia ou no soalho da câmara pulpar, na zona da

furca. Estas perfurações podem ser tratadas cirurgica ou não-cirurgicamente. No tratamento não cirúrgico, as perfurações devem ser tratadas com rapidez utilizando um biomaterial para evitar a contaminação bacteriana e a comunicação entre o local de perfuração e sulco gengival (Haghgoo, Arfab & Asgary, 2013).

O prognóstico das perfurações depende de muitos factores, incluindo o nível em que se situa (terço coronal, médio ou apical), localização (vestibular, palatina, mesial ou distal), tamanho (pequeno ou grande) e tempo de intervalo entre a perfuração e obturação. Além disso, o prognóstico depende também do material utilizado para reparar o defeito, se existe concomitante infecção bacteriana, e se há extravasamento do material de reparação.

O material ideal para a reparação de perfurações deve ser biocompatível, não-tóxico, bactericida ou bacteriostático, radiopaco, não absorventes, e bom selador, devendo possuir a capacidade para induzir a osteogénese e cementogénese (Haghgoo et al., 2013).

Vários são os materiais que têm sido sugeridos para a reparação de perfurações, como amálgama, hidróxido de cálcio, cimento de óxido de zinco-eugenol reforçado, MTA e mistura de cálcio enriquecido (CEM) (Haghgoo et al., 2013).

Segundo Unal, Maden e Isidan (2010) o MTA tem sido considerado o material ideal para reparação de perfurações. Exames microscópicos de tecidos periodontais após perfurações na zona da furca e reparação subsequente com MTA demonstrou que existiu reparação nos tecidos periodontais e formação de cimento sobre o material. A capacidade de reparação do MTA pode por sua vez ser atribuída às propriedades antimicrobianas e ao pH elevado (12,5) de MTA. Estas características do MTA promovem o desenvolvimento de cimento e a formação de osso.

Ford, Torabinejad, McKendry, Hong e Kariyawasam (1995) foram os primeiros investigadores a usar o MTA para a reparação de perfurações da furca. Observaram que novo cimento foi formado por baixo do MTA na maioria dos dentes tratados, o que não se observou com os dentes cuja perfuração foi reparada com amálgama. Estes autores relataram que, quando uma perfuração é deixada sem tratamento durante um período de tempo e fica contaminada, a probabilidade de cura após o reparo da perfuração com MTA é significativamente reduzida.

Arens e Torabinejad (1996) relataram dois casos em que o MTA foi utilizado para reparar a perfuração da furca com sucesso. Oliveira et al. (2008) também efectuaram a reparação de uma perfuração da furca com MTA num molar decíduo e após 20 meses concluíram que houve sucesso clínico e radiográfico, tendo havido completa eliminação da radiotransparência associada à perfuração da furca.

Segundo ainda Haghgoo e Abbasi (2013) o ProRoot MTA® mostrou um bom poder de selamento na reparação das perfurações da furca de molares decíduos.

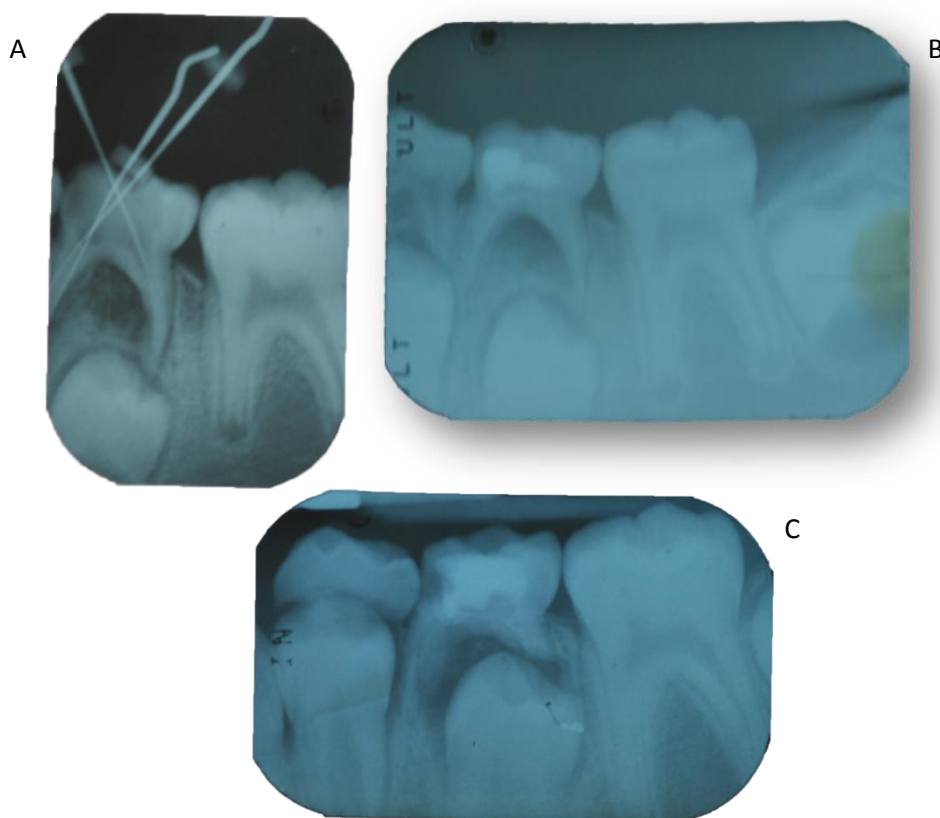


Figura 20 – Radiografias de um 75 com perfuração da furca em que foi feita a reparação com MTA
A – 29/11/2008. B – 04/02/2009. C – 18/02/2010 (Fotografias cedidas pela Prof. Doutora Irene Ventura)

Parirokh e Torabinejad (2010) num artigo de revisão concluíram que o MTA, segundo os estudos consultados e a informação disponível, parece ser o material que

produz a melhor resposta histológica comparada com outros materiais frequentemente utilizados em perfurações.

III. CONCLUSÃO

O MTA é um excelente material com inúmeras qualidades e propriedades necessárias para ser considerado um material ideal. Possui propriedades físicas, químicas e biológicas que somadas à sua aplicabilidade clínica, sugerem uma actuação promissora na Medicina Dentária.

Em Odontopediatria este material pode ser utilizado com segurança em protecções pulpare, pulpotomias de dentes temporários, e em tratamento de dentes definitivos imaturos necróticos com apéx aberto, promovendo a apexificação, revelando para todos estes procedimentos uma elevada taxa de sucesso, igual ou superior aos “*gold standart*”.

Em contraste com a informação relativa ao uso do MTA como um material primário nas pulpotomias de dentes decíduos, há pouca informação sobre o uso deste material como agente de protecção pulpar, material obturador canal, reparador de perfurações ou de reabsorções internas em dentes decíduos.

Apesar de apresentar alguns inconvenientes, como a alteração da cor do dente tratado, difícil manipulação, tempo de endurecimento longo e elevado preço, a sua qualidade e versatilidade poderão ter um papel importante nos tratamentos odontopediátricos no presente e futuro.

A sua utilização mudou drasticamente o plano de tratamento e aumentou a taxa de sucesso de muitos casos de difícil tratamento, sendo um material dentário eficiente e promissor que deve ser usado rotineiramente na prática clínica de endodontia.

Porém, quando se pondera na escolha do tratamento que deve ser efectuado, devem ponderar-se as vantagens e inconvenientes, avaliando o esforço necessário e o custo subjacente.

O MTA raramente tem sido utilizado em dentes decíduos, estando desta forma ainda pouco estudado. No entanto, as distintas e vantajosas propriedades, que lhe conferem enorme versatilidade, têm-se evidenciado como uma mais-valia, dado que existe um aumento da taxa de sucesso em casos com prognóstico reservado, devendo-se incentivar a sua utilização numa perspectiva de desenvolvimento futuro.

Tornam-se necessárias futuras pesquisas com vista ao aumento do seu campo de acção.

IV. BIBLIOGRAFIA

- Accorinte M. L. R., Holland, R., Reis, A., Bortoluzzi, M. C., Murata, S. S., Dezan, E., Souza, V., Alessandro, L. D. (2009). Evaluation of two mineral trioxide aggregate compounds as pulp-capping agents in human teeth. *Int Endod J*, 42: 122-128.
- Agamy, H. A., Bakry, N. S., Mounir, M. M. F., Avery, D. R. (2004). Comparison of Mineral Trioxide Aggregate and Formocresol as Pulp-capping Agents in Pulpotomized Primary Teeth. *Pediatric Dentistry*, 26 (4): 302-309.
- Ahmed, H. M. A. (2014). Pulpectomy procedures in primary molar teeth. *European Journal of General Dentistry*, 3 (1): 3-10.
- American Academy Of Pediatric Dentistry. (2009). Guideline on Pulp Therapy for Primary and Immature Permanent Teeth. *Reference Manual*, 34 (6): 22-229.
- Arens, D. E., Torabinejad, M. (1996). Repair of furcal perforations with mineral trioxide aggregate-two case reports. *Oral Surg*, 82: 84-88.
- Asgary, S., Eghbal, M. J., Parirokh, M., Ghoddusi, J., Kheirieh, S., Brink, F. (2009). Comparison of Mineral Trioxide Aggregate's Composition with Portland Cements and a New Endodontic Cement. *Journal Of Endodontics*, 35 (2): 243-250.
- Asgary, S., Motazedian, H. R., Parirokh, M., Eghbal, M.J., Kheirieh, S. (2013). Twenty Years of Research on Mineral Trioxide Aggregate: A Scientometric Report. *Iran Endod J*, 8 (1): 1-5.
- Bakland, L. K., Andreasen, J. O. (2012). Will mineral trioxide aggregate replace calcium hydroxide in treating pulpal and periodontal healing complications subsequent to dental trauma? A review. *Dent Traumatol*, 28 (1): 25-32.
- Bogen, G., Kim, J. S., Backland, L. K. (2008). Direct Pulp Capping with Mineral Trioxide Aggregate: An Observational Study. *Journal Of The American Dental Association*, 139: 305-315.
- Bogen, G., Kuttler, S. (2009). Mineral Trioxide Aggregate Obturation: A Review and Case Series. *Journal Of Endodontics*, 35 (6): 777-790

- Caicedo, R., Abbott, P. V., Alongi, D. J., Alarcon, M. Y. (2006). Clinical, radiographic and histological analysis of the effects of mineral trioxide aggregate used in direct pulp capping and pulpotomies of primary teeth. *Australian Dental Journal*, 51(4): 297-305.
- Camilleri, J., Montesin, F. E., Brady, K., Sweeney, R., Curtis, R. V., Pitt Ford, T. R. (2005). The Constitution Of Mineral Trioxide Aggregate. *Dental Materials*, 21: 297–303.
- Camilleri, J., Pitt Ford, T. R. (2006). Mineral trioxide aggregate: a review of the constituents and biological properties of the material. *International Endodontic Journal*, 39: 747–754.
- Camp, J. H. (2008). Diagnosis Dilemmas in Vital Pulp Therapy: Treatment for the Toothache Is Changing, Especially in Young, Immature Teeth. *Journal Of Endodontics*, 34 (7S): S6-12.
- Cannon, M., Cernigliaro, J., Vieira, A., Percinoto, C., Jurado, R. (2008). Effects of antibacterial agents on dental pulps of monkeys mechanically exposed and contaminated. *J Clin Pediatr Dent*, 33 (1): 21–28.
- Carrote, P. (2005). Endodontic treatment for children. *British Dental Journal*, 198 (1): 9-15.
- Celik, B., Ataç, A. S., Cehreli, Z. C., Uysal, S. (2013). A Randomized Trial of Mineral Trioxide Aggregate Cements in Primary Tooth Pulpotomies. *Journal of Dentistry for Children*, 80 (3): 126-132.
- Cerkamed. (2013). Clinical Applications of Cement MTA. Disponível em: <<http://cerkamed.pl/cms/Clinical%20Applications%20of%20cement%20MTA.pdf>> . Acesso em 20/05/2014.
- Chala, S., Abouqal, R., Rida, S. (2011). Apexification Of Immature Teeth With Calcium Hydroxide Or Mineral Trioxide Aggregate: Systematic Review And Meta-Analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 112: e36-e42.

- Chang, S. W., Oh, T. S., Lee, W., Cheung, G. S., Kim, H. C. (2013). Long-term observation of the mineral trioxide aggregate extrusion into the periapical lesion: a case series. *Int J Oral Sci*, 5 (1): 54-57
- Coelho, A., Canta, J. P., Marques, P. (2005). Pulpotomia de dentes decíduos com Mineral Trióxido Agregado. Caso Clínico. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac*, 46: 101-106.
- Correia, V. G. S. (2010). Agregado trióxido mineral e a sua utilização em odontopediatria (Tese de Mestrado Integrado). Faculdade de Medicina Dentária Universidade do Porto, Portugal.
- Darvell, B.W., Wu, R.C.T. (2011). “MTA”—An Hydraulic Silicate Cement Review update and setting reaction. *Dental Materials*, 27: 407-422.
- Eidelman, E., Holan, G., Fuks, A. B. (2001). Mineral trioxide aggregate vs. formocresol in pulpotomized primary molars: a preliminary report. *Pediatric Dentistry*, 23 (1): 15-18.
- Ford, T. R., Torabinejad, M., Abeji, H. R., Bakland, L. K., Kariyawasam, S. P. (1996). Using mineral trioxide aggregate as a pulp-capping material. . *Journal Of The American Dental Association*, 127(10): 1491-1494.
- Ford, T. R., Torabinejad, M., McKendry, D. J., Hong, C. U., Kariyawasam, S. P. (1995). Use of mineral trioxide aggregate for repair of furcal perforations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 79: 756–763.
- Freires, I. A., Cavalcanti, Y. W. (2011). Protecção do complexo dentinopulpar: indicações, técnicas e materiais para uma boa prática clínica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*, 13(4): 69-80.
- Fuks, A. B. (2008). Vital Pulp Therapy with New Materials for Primary Teeth: New Directions and Treatment Perspectives. *JOE*, 34 (7): S18-S24.
- Gomes-Filho, J. E., Moreira, J. V., Watanabe, S., Lodi, C. S., Cintra, L. T. A, Dezan Junior, E., ... Otoboni Filho, J. A. (2012). Sealability of MTA and calcium hydroxidecontaining sealers. *J Appl Oral Sci*, 20(3): 347-351.

- Haghgoo, R., Abbasi, F. (2013). Treatment of Furcal Perforation of Primary Molars with ProRoot MTA versus Root MTA: A Laboratory Study. *Iranian Endodontic Journal*, 8(2): 52-54.
- Haghgoo, R., Arfab, S., Asgarybc, S. (2013). Microleakage of CEM Cement and ProRoot MTA as Furcal Perforation Repair Materials in Primary Teeth. *Iranian Endodontic Journal*, 8 (4):187-190.
- Hargreaves, K. M., Cohen, S., Berman, L. H. (2010). *Cohen's Pathways of the Pulp*. Missouri, EUA: Mosby Elsevier
- Hedge, R., Battepati, P. M. (2010). Clinical Applications of Mineral trioxide Aggregate: Report of four cases. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 3(1): 43-50.
- Holan, G., Eidelman, E., Fuks, A. B. (2005). Long-term Evaluation of Pulpotomy in Primary Molars Using Mineral Trioxide Aggregate or Formocresol. *Pediatric Dentistry – 27* (2): 129-136.
- Holland, R., Filho, J. A., de Souza, V., Nery, M. J., Bernabé, P. F., Junior, E. D. (2001). Mineral trioxide aggregate repair of lateral root perforations. *J Endod*, 27: 281–284.
- Holland, R., Mazuqueli, L., de Souza, V., Murata, S. S., Dezan Juúnior, E., Suzuki, P. (2007). Influence of the type of vehicle and limit of obturation on apical and periapical tissue response in dogs' teeth after root canal filling with mineral trioxide aggregate. *J Endod*, 33: 693–697.
- Holland, R., de Souza, V., Delgado, R. J. M., Murata, S. S. (2002). Agregado De Trióxido Mineral (MTA): Composição, Mecanismo De Ação, Comportamento Biológico E Emprego Clínico. *Revista Ciências Odontológicas*, 5: 7-21.
- Holland, R., de Souza, V., Nery, M. J., Otoboni Filho, J. A., Bernabé, P. F., Dezan, E. Jr. (1999). Reaction of dogs' teeth to root canal filling with mineral trioxide aggregate or a glass ionomer sealer. *J Endod*, 25: 728–30.
- Holland, R., de Souza, V., Nery, M. J., Otoboni Filho, J. A., Bernabé, P. F., Dezan, E. Jr. (2001). Reaction of rat connective tissue to implanted dentin tube filled with

- mineral trioxide aggregate, Portland cement or calcium hydroxide. *Brazilian Dental Journal*, 12: 3–8.
- Ingle, J. I. (2009). *PDQ Endodontics*. Shelton, EUA: PMPH
- Jabbarifar, S. E., Khademi, A. A., Ghasemi, D. (2004). Success Rate of Formocresol Pulpotomy versus Mineral Trioxide Aggregate in Human Primary Molar Tooth. *Journal of Research in Medical Sciences*, 6: 304-307
- Kangarlou, A., Sofiabadi, S., Asgary, S., Mahjour, F., Dianat, O., Yadegari, Z., Younessian, F. (2012). Assessment of antifungal activity of Proroot mineral trioxide aggregate and mineral trioxide aggregate-Angelus. *Dental Research Journal*, 9 (3): 256–260. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3469889/>>. Acesso em 19/05/2014.
- Komabayashi, T., Spangberg, L. S. (2008). Comparative Analysis Of The Particle Size And Shape Of Commercially Available Mineral Trioxide Aggregates And Portland Cement: A Study With A Flow Particle Image Analyzer. *Journal Of Endodontics*, 34: 94–98.
- Lee, S. J., Monsef, M., Torabinejad, M. (1993). Sealing Ability Of A Mineral Trioxide Aggregate For Repair Of Lateral Root Perforations. *Journal Of Endodontics*, 19: 541-544.
- Leye, B. F., Gaye, A. F., Kane, N. W., Benoist, H. M., Farge, P. (2012). Evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) versus calcium hydroxide cement (Dycal(®)) in the formation of a dentine bridge: a randomised controlled trial. *Int Dent J*, 62 (1): 33-39.
- Malhotra, N., Agarwal, A., Mala, K. (2013). Mineral Trioxide Aggregate: A Review Of Physical Properties. *Compendium*, 34 (2): e25-32. Disponível em: <<http://www.dentalaegis.com/cced/2013/02/mineral-trioxide-aggregate-a-review-of-physical-properties>>. Acesso em 20/05/2014
- Malhotra, N., Agarwal, A., Mala, K. (2013). Mineral Trioxide Aggregate: Part 2 - A Review Of Physical Properties. *Compendium*, 34 (3): e38-43. Disponível em:

<<http://www.dentalaegis.com/cced/2013/03/mineral-trioxide-aggregate-part-2-a-review-of-the-material-aspects>>. Acesso em 20/05/2014

- Markovic, D., Zivojinovic, V., Vucetic, M. (2005). Evaluation of three pulpotomy medicaments in primary teeth. *European Journal Of Paediatric Dentistry*, 3: 133-138.
- Maroto, M., Barbería, E., Vera, V., Godoy, F. (2006). Mineral trioxide aggregate as a pulp dressing agent in pulpotomy treatment of primary molars: 42-month clinical study. *Am J Dent*, 19: 283-286.
- Mente, J., Geletneky, B., Ohle, M., Koch, M. J., Ding, P. G. F., Wolff, D., Dreyhaupt, J., Martin, N., Staehle, H. J., Pfefferle, T. (2010). Mineral Trioxide Aggregate or Calcium Hydroxide Direct Pulp Capping: An Analysis of the Clinical Treatment Outcome. *Journal of Endodontics*, 36 (5): 806-813.
- Mente, J., Hage, N., Pfefferle, T., Koch, M. J., Geletneky, B., Dreyhaupt, J., Martin, N., Staehle, H. J. (2010). Treatment Outcome of Mineral Trioxide Aggregate: Repair of Root Perforations. *Journal Of Endodontics*, 36 (2): 208-213.
- Moretti, A. B., Sakai, V. T., Oliveira, T. M., Fornetti, A. P., Santos, C. F., Machado, M. A., Abdo, R. C. (2008). The effectiveness of mineral trioxide aggregate, calcium hydroxide and formocresol for pulpotomies in primary teeth. *Int Endod J*, 4: 547–555.
- Naik, S., Hegde, A. M. (2005). Mineral trioxide aggregate as a pulpotomy agent in primary molars: an in vivo study. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*, 23: 13–16.
- Neto, N. L. (2013). Estudo clínico, radiográfico, histológico e imuno-histoquímico na resposta pulpar após o uso de diferentes materiais capeadores em pulpotomias de dentes decíduos humanos (Tese de Doutorado). Faculdade de Odontologia de Bauru, São Paulo, Brasil
- Noorollahian, H. (2008). Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp medicaments for pulpotomies in primary molars. *British Dental Journal*, 204 (E20): 1-4.

- Nunes, E., Silveira, F. F., Soares, J. A., Duarte, M. A. H., Soares, S. M. C. S. (2012). Treatment of perforating internal root resorption with MTA: a case report. *Journal of Oral Science*, 54 (1): 127-131.
- Oliveira, T. M., Sakai, V. T., Silva, T. C., Santos, C. F., Machado, M. A., Abdo, R. C. (2008). Repair of furcal perforation treated with mineral trioxide aggregate in a primary molar tooth: 20-month follow-up. *J Dent Child (Chic)*, 75: 188-191.
- O'Sullivan, S. M., Hartwell, G. R. (2001). Obturation of a retained primary mandibular second molar using mineral trioxide aggregate: a case report. *J Endod*, 27: 703-705.
- Pelliccioni, G. A., Ciapetti, G., Cenni, E., Granchi, D., Nanni, M., Pagani, S., Giunti, A. (2004). Evaluation of osteoblast-like cell response to proroot MTA (mineral trioxide aggregate) cement. *J Mater Sci Mat Med*, 15: 167-173.
- Parirokh, M., Torabinejad, M. (2010). Mineral Trioxide Aggregate: A Comprehensive Literature Review—Part I: Chemical, Physical, and Antibacterial Properties. *Journal Of Endodontics*, 36 (1): 16-27.
- Praveen, P., Anantharaj, A., Venkataragahavan, K., Rani, P. S., Sudhir, R., Jaya, A.R. (2011). A Review Of Obturating Materials For Primary Teeth. *SRM University Journal of Dental Sciences*, 20: 42-44.
- Rao, A., Rao, A., Shenoy, R. (2009). Mineral Trioxide Aggregate—A Review. *J Clin Pediatr Dent*, 34(1): 1-8.
- Ravel, D. (2005). Pulpotomy and Pulpectomy in Children. *Pediatric Dental Health*. Set. 2005. Disponível em: <<http://dentalresource.org/topic58pulpotomypulpectomy.html>>. Acesso em 20/05/2014
- Reis, A., Loguércio, A. D. (2007). *Materiais dentários directos: dos fundamentos à aplicação clínica*. São Paulo, Brasil: Santos.
- Rifkin A. (1982). The root canal treatment of abscessed primary teeth: A three to four year follow-up. *J Dent Child*, 49: 428-431.

- Ritter, A. V., Swift Jr, E. J. (2003). Current restorative concepts of pulp protection. *Endod Topics*, 5(1): 41-48.
- Roberts, H. W., Toth, J. M., Berzins, D. W., Charlton D. G. (2008). Mineral Trioxide Aggregate Material Use In Endodontic Treatment: A Review Of The Literature. *Dental materials*, 24: 149–164.
- Rodakowska, E., Baginska, J. (2012). Clinical evaluation of mineral trioxide aggregate (MTA) in direct pulp capping in adults. *International Journal of Collaborative Research on Internal Medicine & Public Health*, 4 (5): 515-524.
- Rodd, H. D., Waterhouse, P. J., Fuks, A. B., Fayle, S. S., Moffat M. A. (2006). UK National Clinical Guidelines in Paediatric Dentistry. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 16 (1): 15-23.
- Salako, N., Joseph, B., Ritwik, P., Salonen, J., John, P., Junaid, T. A. (2003). Comparison of bioactive glass, mineral trioxide aggregate, ferric sulfate, and formocresol as pulpotomy agents in rat molar. *Dent Traumatol*, 19 (6): 314–320.
- Sari, S., Sonmez, D. (2006). Internal resorption treated with mineral trioxide aggregate in a primary molar tooth: 18-month follow-up. *J Endod*, 32: 69–71.
- Schwartz, R.S, Mauger, M., Clement, D.J., Walker Iii, W. A. (1999). Mineral Trioxide Aggregate: A New Material For Endodontics. *Journal Of The American Dental Association*, 130: 967-975.
- Shayegan, A., Petein, M., Abbeele, A. V. (2008). Beta-tricalcium phosphate, white mineral trioxide aggregate, white Portland cement, ferric sulfate, and formocresol used as pulpotomy agents in primary pig teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 105: 536–542.
- Sonmez, D., Sari, S., Cetinbas, T. (2008). A comparison of four pulpotomy techniques in primary molars: a long-term follow-up. *J Endod*, 34:950–955.
- Souza Costa, C. A., Duarte, P. T., Souza, P. P., Giro, E. M., Hebling, J. (2008). Cytotoxic effects and pulpal response caused by a mineral trioxide aggregate formulation and calcium hydroxide. *Am J Dent*, 21: 255–261.

- Srinivasan, D., Jayanthi, M. (2011). Comparative evaluation of formocresol and mineral trioxide aggregate as pulpotomy agents in deciduous teeth. *Indian Journal of dental Research*, 22 (3): 385-390.
- Srinivasan, V., Waterhouse, P., Whitworth, J. (2009). Mineral trioxide aggregate in paediatric dentistry. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 19: 34-47
- Younis, N. M. (2010). Clinical Applications of MTA in Endodontics. *Smile: The Dental Magazine*, 5(1): 27-29.
- Torabinejad, M., Chivian, N. (1999). Clinical Applications Of Mineral Trioxide Aggregate. *Journal Of Endodontics*, 25:197-205.
- Torabinejad, M., Hong, C. U., McDonald, F., Pitt Ford, T. R. (1995). Physical and Chemical Properties of a New Root-End Filling Material. *Journal Of Endodontics*, 21 (7): 349-353.
- Trope, M. (2008). Regenerative Potential of Dental Pulp. *Pediatric Dentistry*, 30 (3): 206-210
- Tuna, D., Ölmez, A. (2008). Clinical long-term evaluation of MTA as a direct pulp capping material in primary teeth. *Int Endod J*, 41: 273-278.
- Unal, G. C., Maden, M., Isidan, T. (2010). Repair of Furcal Iatrogenic Perforation with Mineral Trioxide Aggregate: Two Years Follow-up of Two Cases. *European Journal of Dentistry*, 4: 475-481.
- Volpato, L. E. R., Rocha, G. R., Machado, M. A. A. M., Segundo, A. S., Pedro, F. L. M., Borges, A. H. (2011). O emprego do agregado trióxido mineral (MTA) em pulpotomia de dente decíduo: relato de caso. *UNICiências*, 15 (1): 87-100.
- Walker, L. A., Sanders, B. J., Jones, J. E., Williamson, C. A., Dean, J. A., Legan, J. J., Maupome, G. (2013). Current Trends in Pulp Therapy: A Survey Analyzing Pulpotomy Techniques Taught in Pediatric Dental Residency Programs. *Journal of Dentistry for Children*, 80 (1): 31-35

Witherspoon, D. E. (2008). Vital Pulp Therapy with New Materials: New Directions and Treatment Perspectives—Permanent Teeth. *Journal Of Endodontics*, 34 (7S): S25-28.

Witherspoon, D. E., Small, J. C., Harris, G. Z. (2006). Mineral trioxide aggregate pulpotomies: a case series outcomes assessment. *J Am Dent Assoc*, 137(5):610-8.